



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JARI-JUKKA ELO
TIETOMALLINTAMISEN TUOMAT MUUTOKSET INFRA-ALAN
SUUNNITTELUUN

Diplomityö

Tarkastaja: Professori Pauli Kolisoja
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
6.8.2018

TIIVISTELMÄ

JARI-JUKKA ELO: Tietomallintamisen tuomat muutokset infra-alan suunnitteluun
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 69 sivua, 0 liitesivua
Kesäkuu 2018
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Yhdyskuntarakentaminen
Tarkastaja: Professori Pauli Kolisoja

Avainsanat: tietomallintaminen, yleiset inframallivaatimukset 2015, tietomalliohje, Veturitie, koulutusohjelma

Suomessa useat infra-alan tilaajat ja urakoitsijat ovat viime vuosien aikana siirtyneet vaiheittain tietomallipohjaiseen suunnitteluun. He ovat huomanneet mallintamalla laadittujen suunnitelmien tuomat hyödyt niin suunnittelussa kuin rakentamisessa. Alalla toimivien suunnittelutoimistojen tulee seurata tiiviisti alan kehitystä ja ottaa huomioon tietomallintamisen mahdollisuudet ja haasteet laatiessaan tulevaisuuden toimintasuunnitelmia sekä kehitellessään uusia palveluita. Suunnitteluhenkilöstön mallinnusosaamisen kehittäminen ja kouluttaminen väistämättömän muutoksen edessä tulee olemaan koko infra-alalle haastavaa. Ohjelmistokehittäjillä on hyvin vahva rooli tietomallinnuksen jalkautumisesta infra-alalle. Heidän haasteena tulee olemaan ohjelmistojen kehittäminen paremmin soveltumaan tietomallintamiseen, käyttäjäystävällisyys.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n infratoimialojen sekä katu- ja aluesuunnittelutoimialan tulisi vahvasti huomioida tuleva kehitys toiminnassaan sekä panostaa tietomallintamiseen liittyvän tietämyksen lisäämiseen ja osaamisen kehittämiseen. Toimialoille tulisi laatia aikataulutettu ja vaiheittain toteutettava koulutusohjelma sekä tietomallihankkeita ohjaavat toimintaohjeet.

Tässä diplomityössä lukija on ensin perehdytetty tietomallinnukseen yleisten inframallivaatimusten 2015 sekä Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osaston inframallinnusohjeiden avulla. Yleisistä inframallivaatimuksista on käyty pintapuolisesti läpi osio 1 ”Tietomallipohjainen hanke” ja osio 2 ”Yleiset mallivaatimukset”. Katu- ja aluesuunnittelu toimialan valmiuksia, osaamista sekä toimintaa tietomallihankkeessa päästiin testaamaan ja arvioimaan HKR:n tilaamassa Veturitie-hankkeessa.

Tämän diplomityö tuloksena saatiin FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelutoimialalle tietomallinnuksen toimintaohjeet sekä vaiheittain toteutettava aikataulutettu koulutusohjelma.

ABSTRACT

JARI-JUKKA ELO: Changes caused by modelling in infra sector planning

Tampere University of Technology

Master of Science in Civil Engineering, 69 pages, 00 Appendix pages

June 2018

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Infrastructure Construction

Examiner: Professor Pauli Kolisoja

Keywords: modelling, infrastructure model requirements, modelling instructions, training program

In last years in Finland several customers in infra sector and constructors have been gradually moving to modeling planning and constructing infra. Based on experience it has been noted the benefits of modeling planning, as well as in constructing. Planning companies need to up with development in the field and take notice of the possibilities and challenges that may occur both when making plans for future actions and developing fresh services.

It is important for companies to train the personnel in modeling. The change is inevitable. Software developers and companies will have a strong role in developing modeling to infra sector. The challenge there will be developing software to suit better modeling.

It will be important for FCG Infra and especially street- and area planning sector there to focus on improving knowledge and knowhow of modeling. Modelling makes planning more efficient and minimizes mistakes in planning process. Therefore economic benefits are substantial. Therefore there should be well organized and carefully scheduled instructions that include training programs for personnel. Instruction requires open, enthusiastic and close cooperation of operators.

In this thesis firstly there is an introduction of modeling, part 1 "Modeling project" and following there are "General requirements of modeling, part 2 as well as those of customers in infra sector. The model was tested and evaluated in Veturitie- project commissioned by Helsinki city construction Agency.

As a conclusion modeling instruction and training program were implemented with personnel in FCG street- and area planning sector.

ALKUSANAT

Diplomityö on laadittu Tampereen teknillisen yliopiston opinnäytetyöohjetta noudattaen FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n toimeksiantona.

Erityiset kiitokset Rakennustekniikan laboratorion professori Pauli Kolisojalle työn ohjaamisesta, opastuksesta ja tarkastamisesta. Lisäksi haluan mitä lämpimämmin kiittää kaikkia yrityksessä työhöni myötävaikuttaneita tahoja niin johdon kuin tuotannon puolelta sekä suuresti Helsingin kaupungin rakennusviraston katu- ja puisto-osastoa. Heillä kaikilla oli innostava ja kannustava vaikutus tekemääni työtä kohtaan.

Tässäkin hankkeessa, kuten elämässä yleensäkin perheenjäsenten ja hyvien ystävien tuki on erittäin lämmittävää ja voimia antavaa. Haluan kiittää heitä kaikkia erittäin tärkeästä tuesta. Erityiskiitos veljelleni Petrille, joka innosti minut hakemaan jatko-opintoihin.

Kiitos Pauli. Kiitos kaikki muut.

Espoossa, 10.8.2018

Jari-Jukka Elo

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	TIETOMALLINNUS INFRA-ALALLA	3
3.	YLEISET INFRAMALLIVAATIMUKSET 2015	6
3.1	Tietomallintamiselle asetetut tavoitteet.....	6
3.2	Inframallivaatimusten osat.....	7
3.3	Tietomallinnus infrahankkeen eri vaiheissa	7
3.4	Tietomallipohjainen toiminta monialaisessa katusuunnitteluhankkeessa	9
3.5	Eri osapuolten tehtävät ja roolit tietomallinnuksessa.....	12
3.6	Mallitekniset vaatimukset	13
3.7	Tietomallien nimeäminen.....	13
3.8	Tietomallien laadunvalvonta	13
3.9	Tietomallien julkaisu, luovuttaminen ja tekijänoikeudet	13
3.10	Keskeiset tietomallinnukseen liittyvät määrittelyt	14
4.	HKR:N HANKEKOHTAISET OHJEET TIETOMALLINNUKSEEN	16
4.1	Taitorakenteiden tietomallinnusohje	16
4.2	Kadunsuunnittelun inframalliohje.....	19
5.	VETURITIE-HANKE	25
5.1	Suunnittelukohde	25
5.2	Keski-Pasilan ja Veturitie-hankkeen tavoitteet	28
5.3	Hankeohjelma	28
5.4	Tekninen yleissuunnitelma.....	29
5.5	Katu- ja rakennussuunnittelu	29
5.5.1	Hallinnolliset katusuunnitelmat	30
5.5.2	Rakennussuunnittelu	35
6.	TIETOMALLINTAMINEN VETURITIE HANKKEESSA	43
6.1	Mallintamisen nykytila FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä.....	43
6.2	Mallintamisen kulku Veturitie-hankkeessa	43
7.	TIETOMALLINTAMISEN TUOMAT MUUTOKSET KATU- JA ALUESUUNNITTELUTOIMIALALLE	51
8.	AIKATAULUTETTU TOIMIALAN KOULUTUSOHJELMA.....	56
9.	YHTEENVETO	59

KUVALUETTELO

Kuva 1	<i>Tiedonhallinnan kolmikanta (YIV 2015, Osa 2)</i>	5
Kuva 2	<i>Infrahankkeessa tuotettava aineisto (YIV 2015, Osa 1)</i>	8
Kuva 3	<i>Inframallinnus suunnitteluhankkeessa (YIV 2015, Osa 1)</i>	9
Kuva 4	<i>Kuva väylämallista</i>	10
Kuva 5	<i>Kuva virtuaalimallista</i>	12
Kuva 6	<i>Keski-Pasilan havainnekuva (12.11.2013)</i>	25
Kuva 7	<i>Keski-Pasilan tornitaloalueen havainnekuva</i>	26
Kuva 8	<i>Keski-Pasilan keskustakorttelin asemakaava-alue</i>	27
Kuva 9	<i>Veturitien liikennesuunnitelma (osa 1)</i>	31
Kuva 10	<i>Veturitien liikennesuunnitelma (osa 2)</i>	32
Kuva 11	<i>Veturitien alkuosan katusuunnitelma</i>	33
Kuva 12	<i>Veturitien katusuunnitelma kiertoliittymien välillä</i>	34
Kuva 13	<i>Tornikujan katusuunnitelma</i>	34
Kuva 14	<i>Haarakallion yleissuunnitelma</i>	34
Kuva 15	<i>Väliaikainen työmaatie Radiokadulta</i>	38
Kuva 16	<i>Paino-/ylipengeralue Pasilan kadun liittymäalueella</i>	38
Kuva 17	<i>Urakka 2 kuuluva Veturitien osa-alue</i>	39
Kuva 18	<i>Urakka 2, korkea tukimuuri</i>	40
Kuva 19	<i>Pasilan kadun liittymäalue</i>	41
Kuva 20	<i>Veturitie välillä Pasilan katu - pohjoinen kiertoliittymä</i>	42
Kuva 21	<i>Veturitien pituusleikkaus</i>	42
Kuva 22	<i>Aikamatkatempaus Pasilan asemalla</i>	44
Kuva 23	<i>Veturitien lähtötietomalli</i>	46
Kuva 24	<i>Veturitien jakavan kerroksen yläpintamalli (osa)</i>	47
Kuva 25	<i>Haarakallion sillan rakennemalli</i>	48
Kuva 26	<i>Poikkileikkaus Veturitieltä</i>	48
Kuva 27	<i>Pohjoisen kiertoliittymän rakennemalli</i>	49
Kuva 28	<i>Veturitien tunneli pohjoisen kiertoliittymän kohdalta</i>	50

Kuva 29	<i>Infra - toimialojen ohjelmistoympäristö</i>	53
Kuva 30	<i>Tietomallipohjaisen toiminnan ohjeistus</i>	55
Kuva 31.	<i>Vaiheistettu ja aikataulutettu koulutussuunnitelma.</i>	58

TAULUKOT

Taulukko 1	<i>Taitorakenteiden luokittelu</i>	18
Taulukko 2	<i>Kadunsuunnittelun inframalliohjeen mukaiset osamallit</i>	22
Taulukko 3.	<i>Lähtötiedon alakansiorakenne</i>	61

LYHENTEET JA MERKINNÄT

bSF	buildingsSMARTFinland
EUREF-FIN	Suomessa käytössä oleva koordinaattijärjestelmä
ETRS-TM35FIN	Suomessa käytössä oleva tasokoordinaattijärjestelmä
ETRS-GK	Suomessa käytössä oleva vaakakoordinaatisto
FCG	Finnish Consulting Group
HKR	Helsingin kaupungin Rakennusvirasto
IFC	Industry Foundation Classes
InfraBIM	Infra Built Environment Information Model
Inframodel3	tiedonsiirtoformaatti
KSV	kaupunkisuunnitteluvirasto
PROTO	projektitoimintaohjeet
PRE-ohjelma	Built Environment Process Re-engineering
RYM Oy	rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymä, pääomasijoitusyhtiö
SHOK	strategisen huippuosaamisen keskittymä
YIV 2014	yleiset inframallivaatimukset 2014
YIV 2015	yleiset inframallivaatimukset 2015
3D-malli	kolmiulotteinen mallinnus

1. JOHDANTO

Jo 1990-luvun puolessa välissä pystyttiin infrahankkeen osa-alueita mallintamaan mm. Terra-ohjelmilla. Kyseisillä ohjelmilla pystyttiin mittaustiedoista mallintamaan erilaisia pintoja ja laskemaan niiden välisiä massoja sekä mallintamaan vesihuollon putkiverkostot. Terra-ohjelmat toimivat MicroStation-ympäristössä. Käyttäjäkunta oli vähäistä mutta hyvin innostunutta ja otti mielellään vastaan mallintamisen tuomat uudistukset suunnitteluun. He huomasivat jo silloin mallintamisen tuomat hyödyt niin suunnittelussa kuin myös rakentamisessa mutta eivät saaneet mukaan riittävästi tilaajia ja urakoitsijoita. Työkoneissa nykyään käytettävä tekniikka oli silloin vain kaukainen haave. Noihin aikoihin AutoCad-käyttäjäkunta alkoi voimakkaasti laajentua ja teknillisissä oppilaitoksissa otettiin sen opettaminen opetusohjelmiin mukaan. AutoCad ohjelmat eivät soveltuneet mallintamiseen mutta käyttäjäkunta kasvoi nopeasti. Varmaan osaksi näiden edellä mainittujen syiden takia ja varmaakin osaksi siksi, että Terra-ohjelmilla ei pystytty mallintamaan kaikkia osa-alueita, esimerkiksi rakennekerroksia, se ei saanut silloin tarvittavaa suosiota ja kannatusta infra-alalla. Mallintamisen läpimurtoa jouduttiin odottelemaan aina 2010 luvun alkupuolelle asti, jolloin RYM Oy:n (rakennetun ympäristön strategisen huipputoiminnan keskeinen, pääomasijoitusyhtiö) PRE-ohjelman (Built Environment Process Re-engineering) InfraFINBIM-työpakettin (Infra Built Environment Information Model) osapuolet ja sen jälkeen bSF (buildingsSMART Finland) Infra - toimialaryhmän johdolla ja ansiosta saatiin tietomallintamiseen todellista vauhtia.

Infra-FINBIM työryhmä asetti tavoitteeksi, että suurin osa infran haltijoista (tilaajat) tilaisivat ja vaatisivat tietomallipohjaisesti laadittuja suunnitelmia ja että tietomallintamista hyödynnettäisiin kaikissa hankkeen eri suunnitteluvaiheissa.

Infra-alalla tietomallintamisen laaja onnistuminen ja käyttöönotto perustuu kolmeen tukipilariin: yleisiin inframallivaatimuksiin ja -ohjeisiin, Suomessa kehitettyyn avoimeen Inframodel-tiedonsiirtoformaattiin ja tietomallintamista tukevaan InfraBIM-nimikkeistöön. Laadittuja inframallivaatimuksia ja ohjeita, tiedonsiirtoformaattia sekä nimikkeistöä alettiin 2010 luvun alkupuolella testaamaan useissa pilottikohteissa ympäri Suomea. Inframallivaatimuksia ja ohjeita, tiedonsiirtoformaattia sekä nimikkeistöä on tarkoitus kokemuksen ja tietotaidon lisääntyessä päivittää ja kehittää jatkuvasti.

Tietomallinnuksen tulevaisuuden, kehityksen ja oppimisen suuri viisaus piilee siinä, että alalla opitaan ajattelemaan asioista uudella tavalla. ”On tärkeää saada ihmiset ajattelemaan uudella tavalla eikä tekemään niin kuin on aina ennenkin tehty” totesi Liikenneviraston tietomalliasiantuntija Tiina Perttula (<https://buildingsmart.fi/liikennevirasto-edistaa-ja-edellyttaa-inframallinnusta>).

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen tulee muuttamaan FCG (Finnish Consulting Group) Suunnittelu ja tekniikka Oy:n suunnitteluhankkeiden nykyistä toimintatapaa ja suunnitteluprosessia hyvin merkittävästi, ellei totaalisesti. Tietomallipohjaisen suunnittelun oppiminen, omaksuminen ja käyttöönotto luo yhtiölle mahdollisuuden parantaa merkittävästi toiminnan tuottavuutta ja laatua. Sen vuoksi myös yhtiön infratoimialojen tulee heti alusta alkaen olla mukana infra-alan mallinnuksen kehityksessä ja sen käyttöönotossa. Yhtiön yhtenä tärkeänä tavoitteena on tulevaisuudessa olla yksi alan huippuosaaja tietomallintamisen osa-alueella.

Tämän diplomityön tavoitteena on selvittää kuinka FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelu toimialan valmiudet ja osaamistaso sekä mallinnusohjeet soveltuvat ja toimivat Helsingin kaupungin Rakennusviraston (HKR) kadunsuunnitteluhankkeessa. Samalla testattiin toimialan suunnittelukäytäntöä ja -prosessia. Hankkeeksi valittiin Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osaston tilaama Keski-Pasilaan sijoittuva Veturitien katu- ja rakennussuunnitteluhanke. Hanke sisälsi katu- ja vesihuollon suunnittelua, pohja- ja orsiveden hallintaa, pohjarakennussuunnittelua, silta- sekä tukimuurisuunnittelua, betonitunnelisuunnittelua, katuympäristösuunnittelua sekä valaistussuunnittelua. Hanke tehtiin kokonaan tietomallintamalla.

Selvitystyön pohjalta laaditaan toimialalle tietomallintamisen perehdyttämis- ja koulutusohjelma.

Diplomityön alussa tutustutaan lyhyesti yleisiin inframallivaatimukseen 2015 (YIV 2015) [1] ja Helsingin kaupungin rakennusvirasto katu- ja puisto-osaston laatimaan kadunsuunnittelun inframalliohjeeseen [2] sekä kuvataan Veturitien suunnittelun ja mallintamisen etenemistä vaiheittain hankkeessa. Diplomityön loppuosassa esitetään ja kuvataan tietomallintamisen vaikutukset FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelu toimialaan ja esitetään toimialalle suunniteltu ja aikataulutettu perehdyttämis- ja koulutusohjelma.

2. TIETOMALLINNUS INFRA-ALALLA

Tie tietomallinnuksen maailmaan on auki tai ehkä paremminkin sanottuna näin kadunsuunnittelijalle katu on auki, koska me kaikki alalla työskentelevät olemme vielä tietomallinnuksen alkutaipaleella.

Me täällä Suomessa ollaan totuttu siihen, että olemme monessa teknologian alalla maailman huippuosaajia ja sen tuntemuksen haluamme säilyttää. Olemme luonteeltamme innovatiivisia ja kekseliäitä sekä haluamme mielellämme näyttää osaamista muille. On siis johdonmukaista ja meidän itsemme kannalta erinomaista, että olemme yhdessä koko infra-alan ihmiset onnistuneet raivaamaan esteitä uuden, meitä teknisen alan ihmisiä auttavan teknologian, tietomallinnuksen tieltä. Pysyäksemme huipulla ja pystyäksemme kehittämään tätä tuotetta, meidän tulee yhdessä koko infra-alan toimijoiden huolehtia tietomallintamisen jalkauttamisesta, kehitystyöstä sekä oppimisen ja kokemusten jakamisesta toisillemme avoimesti ja tiiviissä yhteistyössä.

Kuinka tähän on tultu?

Matka on ollut yllättävän pitkä, jo 1980- luvun puolella välissä kadun- ja tiensuunnittelussa osattiin ja käytettiin jossain määrin mallinnusta suunnittelun apuna. Silloin muun muassa Terra-ohjelmilla voitiin mallintaa vesihuoltoputket, tehdä mitatuista tiedostoista pintamalleja ja laskea pintojen väliset massamäärät. Oliko silloinen tekijäporukka liikkeellä väärään aikaan? Tekijäporukka taisi olla ehkä liian pieni eivätkä he saaneet suuria joukkoja innostumaan tietomallinnuksesta. Onneksi he kuitenkin jatkoivat ohjelmistojen kehittämistä sekä mallintamisen pioneerityötä.

Sitten, vuoden 2010-luvun alkupuolella alkoi todella tapahtua, Yleiset inframallivaatimukset 2014 (YIV 2014) saatiin julkaistua ja keväällä 2015 julkaistiin Yleiset inframallivaatimukset 2015. Yleisten inframallivaatimusten laatiminen on iso ja tärkeä askel kohti infra-alan tietomallintamista. Yleisiin inframallivaatimuksiin 2015 voi tutustua InfraBIM-verkkosivuilla, osoitteessa www.infrabim.fi/yiv2015.

Miten tietomallinnus sitten muuttaa meitä?

Tietomallinnuksen tavoitteena on muuttaa nykyinen suunnittelun toimintatapa ja –ajatus siten, että vaiheajattelusta siirrytään elinkaariajatteluun ja dokumenttipohjaisesta suunnittelusta tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen vaatii jatkossakin meiltä kaikilta alan ihmisiltä pyyteetöntä, avointa ja yhteistä kehitystyötä, niin tilaajilta, urakoitsijoilta, ohjelmistokehittäjiltä sekä konsulttitoimistoilta.

Esimerkiksi kaikkia osapuolia palvelevien pilottihankkeiden teettämisellä kaikille osapuolille tasapuolisesti mahdollistaisi se tietomallinnuksen hyvän ja tasapuolisen kehittymisen infra-alalla. Suomen isoilla kaupungeilla (Helsinki, Tampere, Oulu ja Turku) ja tietomallinnuksesta kiinnostuneiden alan urakoitsijoilla on suuri merkitys

mallinnuksen kehityksen ja käyttöönoton kannalta. Onkin hieno asia, että he ovat alkaneet laatimaan omia tietomallinnusohjeita ja tilaavat enenemässä määrin suunnittelua tietomallipohjaisesti sekä haluavat rakennuttaa/rakentaa infrakohteet mallien avulla. Keskisuuret sekä pienet kaupungit ja kunnat sekä osa alan urakoitsijoista ovat kyllä tiedostaneet tietomallintamisen tuomat hyödyt, mutta eivät vielä ole lähteneet täysillä mukaan kehitykseen. Heidänkin osaavaa panosta kehitystyössä ja käyttöönotossa tarvitaan nyt ja tulevaisuudessa. Julkisella sektorilla on paljon osaamista ja innostusta tietomallintamista kohtaan ja on hyvä muistaa, että he ovat infra-alan suurin tilaaja.

Yksityisellä sektorilla, etenkin urakoitsijoiden keskuudessa tietomallintamisen tuomat taloudelliset hyödyt on oivallettu ehkä paremmin kuin julkisella puolella ja senkin vuoksi he ovatkin esittäneet voimakasta halua ja tarvetta siirtyä suunnittelussa ja rakentamisessa ainoastaan tietomallien käyttöön. Yksityinen sektori on tunnetusti myös joustavampi ja notkeampi liikkeissään ja siellä siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen ei aiheuta niin suuria haasteita kuin julkisella puolella. Ohjelmistokehittäjät, joilla on erittäin suuri rooli tietomallinnuksen tulevaisuuden kehityksen kannalta. He ovat osallistuneet pilottihankkeiden kautta mallinnusprojekteihin mukaan oppiakseen ja parantaakseen ohjelmistoja käyttäjäystävällisemmäksi. Ohjelmistojen käyttäjäystävällisyys on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista mallintamisessa. Siksi heidän tulee olla tiiviisti mukana alan kehitystyössä. Tietomallinnukseen siirryttäessä joudutaan tekemään joitakin investointeja sekä perehdyttämään ja kouluttamaan alan henkilöstöä.

Mitä hyötyä mallintamisesta on?

Perusajatus tietomallintamisessa on, että edellisen vaiheen malli toimii seuraavan vaiheen lähtötietona ja tarkentuu vaihe vaiheelta. Elinkaariajatteluun pohjautuen mallintamalla tehty suunnittelu ja rakentaminen tuo kaikille osapuolille kustannussäästöä, mm. suunnittelu- ja rakentamisvaiheen virheet vähenevät. Malleja tullaan käyttämään suunnittelussa, rakentamisessa, tarjouskyselyssä, urakkalaskennassa, urakan valmistelussa sekä huolto- ja ylläpito-hankkeissa.

Mallien avulla voidaan:

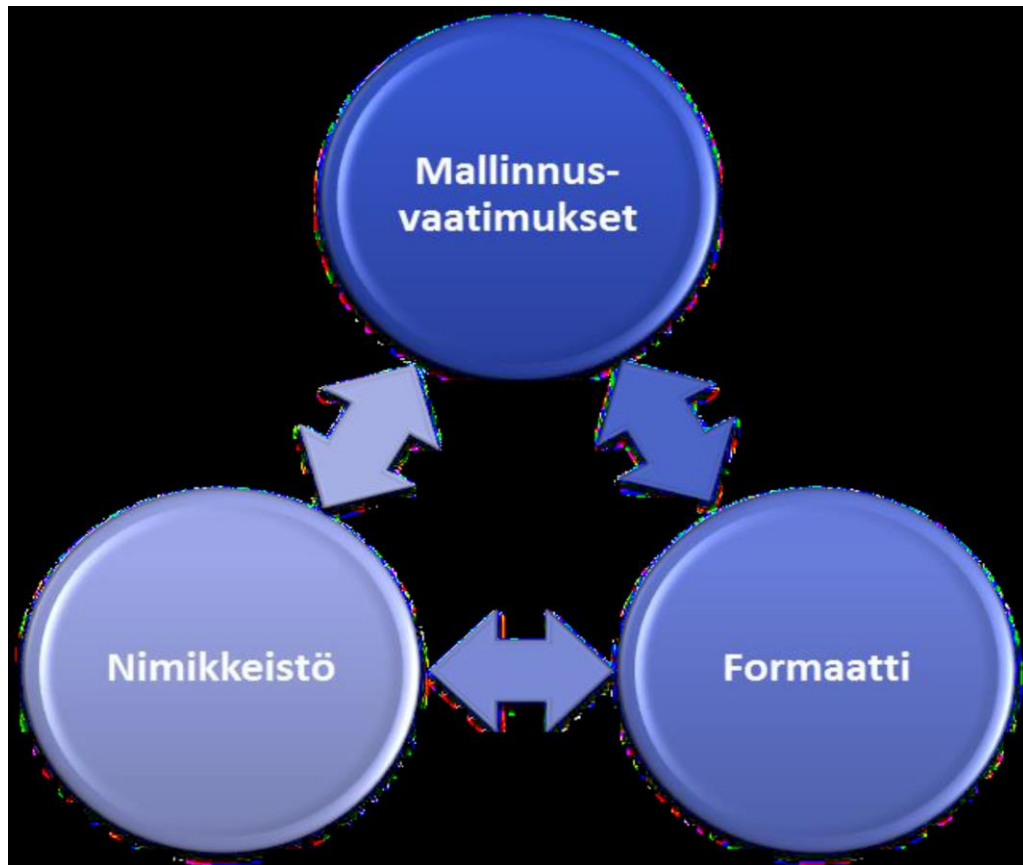
- seurata helpommin työn edistymistä suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa
- määritellä suunniteltava ja rakennettu materiaalimenekki
- havainnollistaa huomattavasti selkeämmin suunnittelukohdetta
- tehdä nopeasti ja lueteltavasti monenlaisia laskelmia, simulointeja ja vaihtoehtovertailuja päätöksenteon pohjaksi

Oikein laadittujen mallien ja niistä luotujen havainnekuvien avulla voidaan luoda oikeanlainen kuva kohteesta ja siten helpottaa päättäjiä päätöksenteossa.

Mallintamisen tiedonhallinta?

Yleisten inframallivaatimusten 2015 mukaisesti tietomallintamisen tiedonhallinta perustuu mallinnusvaatimuksiin, nimikkeistöön ja formaattiin. Tiedonhallinnassa on otettava huomioon tiedon alkuperäisformaatti. Malli on luovutettava niin, että kaikki oleellinen suunnitelmätieto säilyy ja on siirrettävissä mallin mukana eteenpäin.

Kuvassa 1 esitetyn ”kolminaisuuden” tulee olla kunnossa ja yhteneväinen, jotta tiedonhallinta mallinnushankkeissa toimisi.



Kuva 1. Tiedonhallinnan kolmikanta (YIV 2015, Osa 2)

3. YLEISET INFRAMALLIVAATIMUKSET 2015

Tässä osiossa tutustutaan yleisellä tasolla infra-alalle laadittuihin Yleisten inframallivaatimusten 2015 osioon 1 ”Tietomallipohjainen hanke” ja osioon 2 ”Yleiset mallivaatimukset”. Edellä mainituista osioista käydään lyhyesti läpi infrahankeen vaiheet, toiminta tietomallipohjaisessa hankkeessa ja sen toteutuksen suunnittelu, mallien käyttötarkoitukset, osapuolten tehtävät ja roolit, mallitekniset vaatimukset, nimikkeistöjärjestelmä, mallin julkaisu ja tekijänoikeudet sekä luetellaan keskeisimmät määrittelyt.

Osioiden 1 ja 2 läpi käymisellä on tarkoitus johdatella lukijaa mallintamisen maailmaan sekä pyrkiä valmistelevaan heitä uuteen toiminta- ja ajatustapaan tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa.

3.1 Tietomallintamiselle asetetut tavoitteet

Yleisten inframallivaatimusten valmistelutyöstä ovat vastanneet RYM-SHOK (strategisen huippuosaamisen keskittymä) hankkeen PRE-ohjelman InfraFINBIM-työpakettin osapuolet vuoden 2014 kesään asti ja sen jälkeen bSF Infra-toimialaryhmä. Valmistelutyössä ovat olleet mukana, sitä vahvasti tukeneet ja palautetta antaneet useat infra-alan toimijat, suurten kaupunkien kaupunkijäsenet ja organisaatiot.

Johtavana ajatuksena vaatimuksia ja ohjeita laadittaessa isoilla ja merkittävillä kaupungeilla oli, että tietomallintaminen parantaisi suunnittelun ja rakentamisen laatua ja lisäisi tehokkuutta sekä suunnitelmien ja kaikkien osapuolten ymmärrettävyyttä suunnitelmia kohtaan. Kestävän kehityksen huomioiminen ja elinkaari-prosessin tukeminen sisältyvät myös vahvasti tavoitteisiin ja hankkeen eteenpäin vievänä voimana toimi ajatus siitä, että inframallipohjaiseen suunnitteluun siirryttäessä kaikkien osapuolten tekemät, niin tilaajien, urakoitsijoiden kuin palveluntuottajien tekemät virheet ja riskit suunnittelussa ja rakentamisessakin vähenisivät ja että kaikki tuottaisivat laadukkaampaa, virheettömämpää ja kustannustehokkaampaa infraa koko Suomeen. Heidän tarkoituksena on käyttää valmistuneita inframallivaatimuksia tilaajapuolen tekemien hankintojen yleisinä teknisinä viiteasiakirjoina ja inframallintamisen ohjeina.

Laadittaessa yleisiä inframallivaatimuksia tavoitteeksi asetetiin myös, että mallinnusvaatimuksilla ja -ohjeilla voidaan yhdenmukaistaa, ohjata ja kehittää koko infra-alan mallinnuskäytäntöjä. Mallivaatimusten ja ohjeiden käyttöönotolle sekä siirtymiselle mallipohjaiseen suunnitteluun laadittiin haastava ja jonkin verran toiveikaskin aikataulu. Aikataulun mukaan suurimmat infra-alan tilaajat ja infra-ala olisi siirtynyt tietomallipohjaiseen suunnitteluun 1.5.2014 alkaen. Tavoite ei aikataulullisesti ihan onnistunut.

Tietomallintamisen kehityksen, jalkautumisen ja käyttöönoton kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että kaikilla osapuolilla on yhteinen ja selkeä näkemys siitä mitä ja miten hankkeita mallinnetaan eri suunnitteluvaiheissa.

3.2 Inframallivaatimusten osat

Ennen kuin suunnittelijat alkavat laatimaan malleja tulee heidän ymmärtää tietomallipohjaisen suunnittelun tuomat muutokset, vaatimukset ja mahdollisuudet. Tutustumalla yleisten inframallivaatimusten osioihin 1 ja 2 suunnittelijat saivat mallintamisen perustiedot hallintaan. Osioden läpikäyminen on hyödyllistä sisällyttää alalla toimivien eri organisaatioiden perehdyttämiskoulutukseen.

Tietomallipohjaisesti suunniteltavissa hankkeissa on eduksi ja lähitulevaisuudessa välttämätöntä, että koko suunnitteluryhmä niin tilaajan kuin konsultinkin puolelta ymmärtävät ja hallitsevat yleiset inframallivaatimukset ja niiden perusteet.

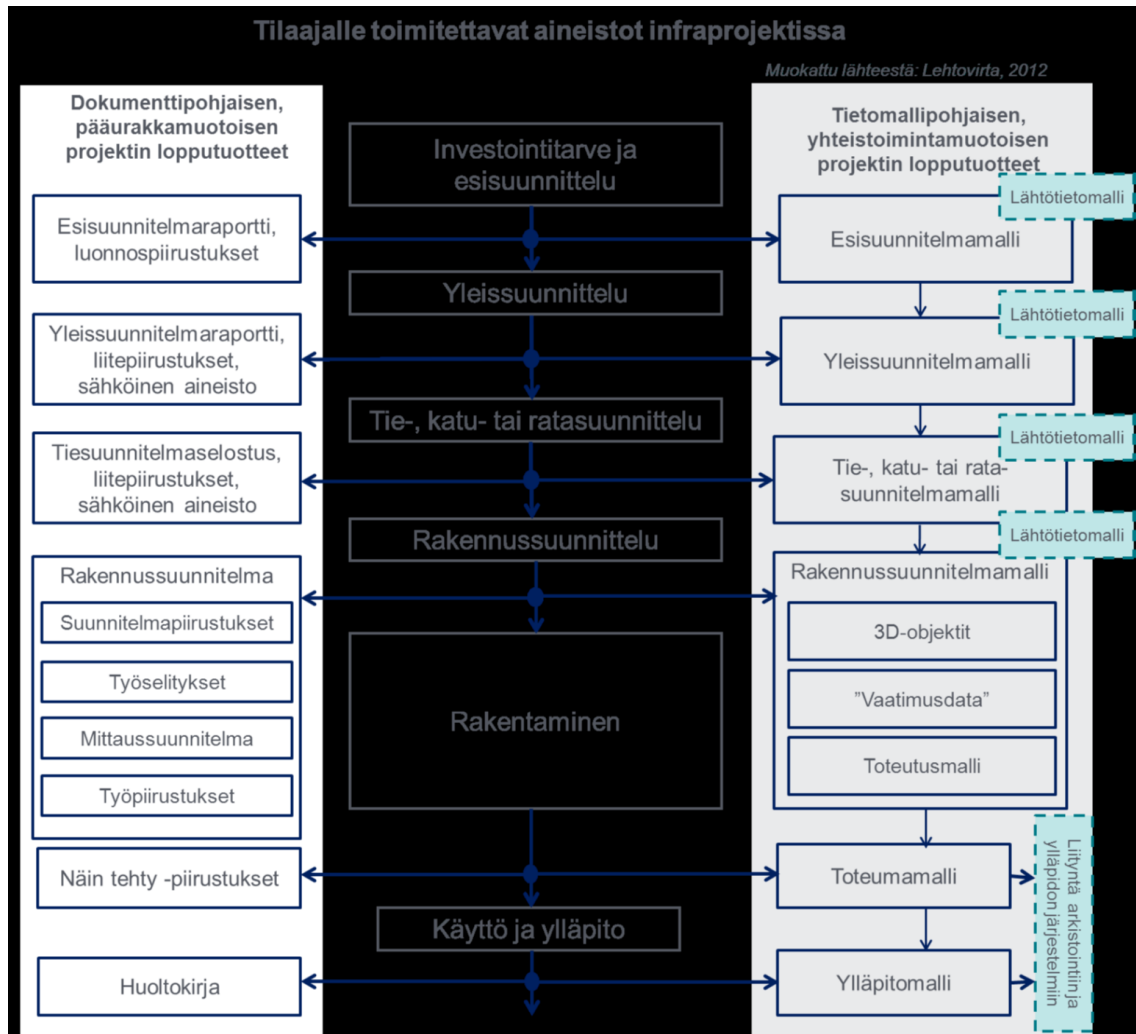
Laaditut yleiset inframallivaatimukset 2015 koostuvat seuraavista osista:

1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset vaatimukset
3. Lähtötietojen vaatimukset; Lähtötilamallit
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit; Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet (Rakenneosanimikkeet 1000-2000) ja maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje
6. Rakennemallit; Järjestelmät (Rakenneosa nimikkeet 3000)
7. Rakennemallit; Rakennustekniset rakennusosat (Rakenneosanimikkeet 4000)
8. Inframallin laadunvarmistus
9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Inframallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa, infran rakentamisessa sekä infran käytössä ja ylläpidossa

3.3 Tietomallinnus infrahankkeen eri vaiheissa

Malleja tullaan laatimaan tulevaisuudessa kaikissa eri suunnitteluvaiheissa. Mallien vaatimus- ja tarkkuustaso tarkentuu ylhäältä alaspäin mentäessä, eli esisuunnitelmavaiheen mallista rakennussuunnitelmavaiheen malliin. Hankkeen elinkaaren mikä tahansa suunnitteluvaihe voidaan toteuttaa mallintamalla. Esimerkiksi tiesuunnitelmamalli voidaan laatia ilman, että edellisen suunnitelmavaiheen yleissuunnitelmamallia on tehty.

Kuvassa 2 on kuvattu hankevaiheittain infrahankkeissa tuotettava aineisto ja dokumenttipohjaisen sekä tietomallipohjaisen lopputuotteiden eroavaisuudet. Suurin ja ehkä tärkein ero on siinä, että dokumenttipohjaisessa suunnittelussa tuotettiin suunnitelmat ja asiakirjat pääasiassa paperisessa muodossa ja tietomallipohjaisessa suunnittelussa ja rakentamisessa pyritään mallien avulla tapahtuvaan suunnitteluun ja rakentamiseen.



Kuva 2. Infrahankkeessa tuotettava aineisto (YIV 2015, Osa 1)

Vesihuolto-, maisema- ja viherrakentamishankkeet voivat olla erillisiä mallinnusprojekteja mutta yleensä ne toteutetaan ja mallinnetaan mm. katusuunnitteluhankkeiden yhteydessä. Myös näiden hankkeiden suunnittelu ja rakentaminen etenee ja tarkentuu vaiheittain.

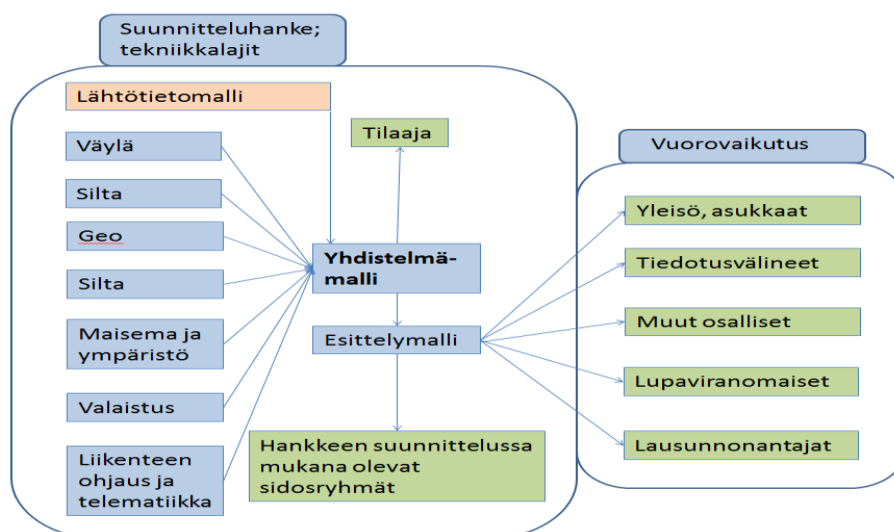
3.4 Tietomallipohjainen toiminta monialaisessa katusuunnitteluhankkeessa

Yleisissä inframallivaatimuksissa 2015 esitetään mallinnukselle ja mallien tietosisällölle vain vähimmäisvaatimukset. Tilaaja- tai tapauskohtaisesti voidaan esittää mallinnukselle lisävaatimuksia. Tilaaja yleensä määrittelee tarjouspyynnössä mm. tilaajakohtaiset mallinnusohjeet, mallintamisen tavoitteet, mallin käyttötarkoituksen, mallin laajuuden, mallintamisen tarkkuustason ja onko lähtötietomalli saatavilla sekä olemassa olevan viiteaineiston.

Tietomallipohjainen suunnittelun alussa palveluntuottaja laatii hankkeen alussa aina **tietomalliselostuksen**. Tietomalliselostuksessa kerrotaan lyhyesti mitä tietoa malliaineisto tai malliaineistot sisältävät ja miltä osin aineisto poikkeaa oletetusta suunnitteluvaiheen malliaineiston sisällöstä. Selostuksen tarkoitus on antaa muille osallisille käsitys mallin tarkkuudesta, ketkä ovat hankkeessa toimijat ja kertoa toimijoiden roolit, vastuut ja tehtävät hankkeessa sekä edellä mainitun lisäksi selostaa kuinka yhteistyö ja tiedonvaihto eri osapuolten välillä hoidetaan, mikä on hankkeen aikataulu, kuinka kustannuslaskenta/-hallinta tehdään ja miten laadunvarmistus varmistetaan.

Jokaisesta osamalleista laaditaan aina **malliselostus**, esimerkiksi lähtötieto- ja suunnitelmamalleista. Malliselostuksessa esitetään malliaineiston perus- ja tunnistetiedot, esimerkiksi käytettävä suunnitteluohjelmisto. Malliselostusta päivitetään aina kun mallia päivitetään tai kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön.

Kuvassa 3 on esitetty inframallinnus suunnitteluhankkeessa.



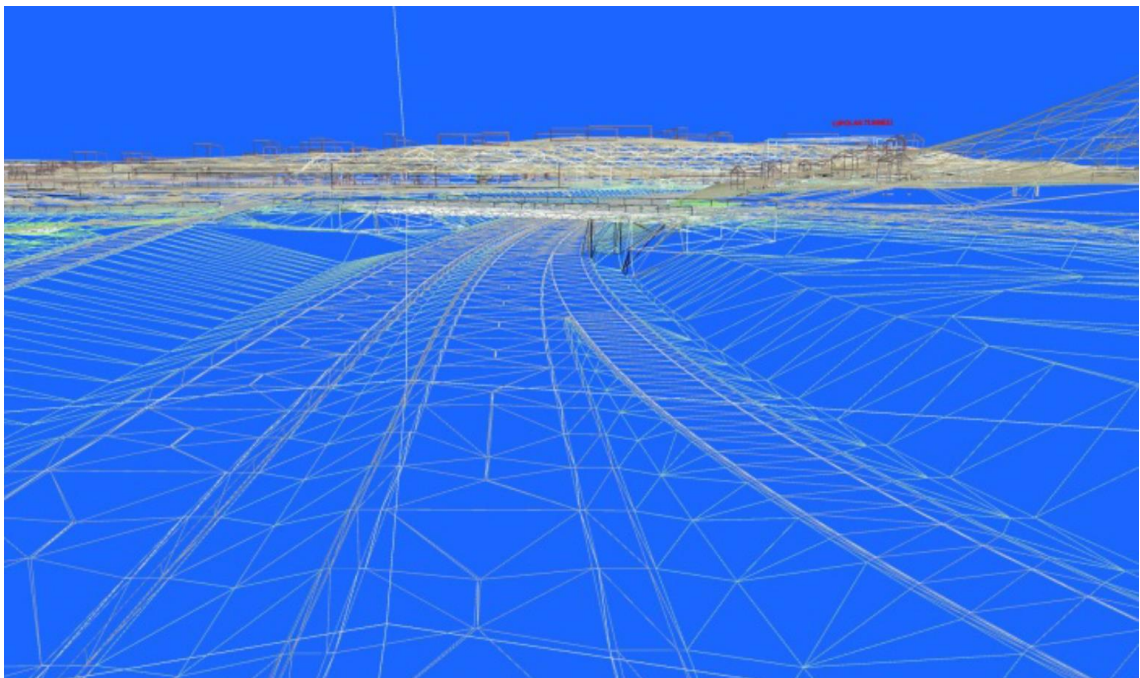
Kuva 3. Inframallinnus suunnitteluhankkeessa. (YIV 2015, osa 1)

Katusuunnitteluhankkeet yleensä sisältävät katusuunnitelmavaiheen ja rakennussuunnitelmavaiheen. Rakennussuunnitteluvaiheen suunnittelua varten kohteessa

suoritetaan aina maastomittauksia sekä pohjatutkimuksia. Kohteesta mitataan kaikki suunnitteluun oleellisesti vaikuttava tieto, esim. maanpinta, rakenteet, putket jne. Maastomittaukset suoritetaan tilaajan mittausohjeiden ja alalla käytössä olevien mittauskoodien mukaisesti. Maastomittautuloksista laaditaan maanpintamalli. Pohjatutkimustuloksista tulkitaan maa-, kallio- ja pohjavedenpinnat, maalajitlajit ja niiden kerrospaksuudet. Pohjarakennussuunnittelija laatii pohjatutkimustuloksiin perustuvan **maa- ja kallioperä- sekä pohjavedenpintamallin**.

Kohteesta hankitaan myös kartta- ja paikkatietoaineistot sekä olemassa olevat viiteaineistot. Kaikki laaditut mallit talletetaan hankekansioon erillisinä. Erillisistä malleista koostetaan hankkeen lähtötietomalli. **Lähtötietomalli** kuvaa suunnittelukohteen nykytilan ja se toimii koko rakennussuunnittelun pohjana. Lähtötietomalli voi sisältyä suunnittelutoimeksiantoon tai se voi olla tilattu erillisenä toimeksiantona jolloin mallit toimitetaan laadittuina suunnittelijoiden käyttöön. Lähtötietomallia tulee päivittää ja ylläpitää koko suunnitteluhankkeen keston ajan.

Väylämalli toimii pohjana kaikille muille tekniikkalajien suunnittelijoille ja heidän mallinnukselle. Väylämalli on lähtötietomallin ohella hyvin tärkeä osa koko hankkeen suunnittelua ja mallintamista. Väylämallista voidaan tehdä tarvittavia analyyskejä ja simulointeja. Väylämalli ohjaa siis koko suunnitteluprosessia.



Kuva 4. Kuva väylämallista

Katusuunnitteluhankkeisiin yleensä sisältyy useiden eri tekniikkalajien tehtäviä (mm. silta, tukimuuri, katu ympäristö-, valaistus, liikenteenohjaussuunnittelu). Jokainen eri tekniikkalaji vastaa omasta suunnittelustaan ja laatii oman osa-alueensa erilliset mallit, ns. **osa-aluemallit**. Osa-aluemalli voi olla laadittu esimerkiksi sillasta tai tukimuurista.

Rakennussuunnitelmavaiheessa laaditaan edellä mainittujen mallien lisäksi mallit päällys- ja pintarakenteista. Rakennussuunnitteluvaiheen malli tehdään aina sillä tarkkuudella, että kohde voidaan rakentaa mallin avulla. Rakennussuunnitteluvaiheen mallia voidaan hyödyntää hankkeen tai jonkin hankkeen yksittäisen kohteen havainnollistamisissa, yhteensovittamisissa, määrälaskennassa ja laadunvarmistuksessa. Tilaaja määrittää tarjouspyynnössä hankekohtaisesti rakennussuunnitelmavaiheen mallin sisällön ja tarkkuustason ja sen jos joitain pintoja ei mallinneta. Rakennussuunnitteluvaiheen mallin laadinnan yhteydessä laaditaan rakennussuunnittelumalliselostus. Selostuksessa esitetään rakennussuunnittelumallia koskevat perus- ja tunnistetiedot.

Hankkeen rakennussuunnitteluvaiheessa laaditusta suunnitelmamallista tuotetaan **toteutusmalli**. Toteumamalli koostuu useiden eri rakennepintojen kokonaisuuksista. Toteumamalliin kootaan rakentamisen aikana mittaamalla ja työkoneautomaatioissa käytetty tietosisältö. Toteumamalli sisältää lopullisen toteutuksen toteumamallit, tarkemittaukset, toteumamittaukset ja kartoitustiedot. Toteumamallin käyttötarkoitus on rakennuskohteen laadun ja vaatimusten mukaisen toteutuksen todentaminen tilaajalle ja tavoitteena on vähentää laadunvarmistukseen käytettävää työmäärä. Toteumamallissa kuvataan toteutuksen lopullinen toteuma.

Yhdistelmämalli on suunnitteluvaiheen keskeisin malli. Se koostuu eri tekniikkalajien laatimista osa-alueiden malleista sekä lähtötietomallista. Yhdistelmämallin avulla voidaan tarkastella, varmistaa ja esittää laadittujen ratkaisujen toteutettavuuden varmistuminen ja yhteensopivuus.

Yhdistelmämallista voidaan luoda **virtuaalimalli (esittelymalli)** sekä havainnollistamiseen tarvittavia **havainnekuvia**. Virtuaalimallista ja havainnekuvista on hyötyä suunnittelun johtamisessa, sidosryhmien kanssa tehtävässä vuorovaikutustyöskentelyssä sekä päättäjien päätöksiä tekemisessä.



Kuva 5: Kuva virtuaalimallista

3.5 Eri osapuolten tehtävät ja roolit tietomallinnuksessa

Projektin tyyppi, vaihe ja koko vaikuttavat tietomallinnushankkeessa työskentelevien tehtäviin ja rooleihin. Laajoissa eri toimijoita ja eri tekniikkalajeja käsittävissä hankkeissa ohjaus ja koordinointi korostuvat. Pienissä hankkeissa roolit voivat sulautua ja sisältyä muihin suunnittelutehtäviin.

Ohjaus ja koordinointi

Ennen tietomallipohjaiseen hankkeen aloittamista on tarkoituksen mukaista perehdyttää koko suunnitteluryhmä tietoiseksi yleisistä inframallivaatimuksista ja tilaajan tarkentaviin hankekohtaisiin ohjeisiin ja vaatimuksiin. Suunnitteluryhmän ohjaus ja tehtävien koordinointi sekä mallinnuksen laadunvalvonta korostuu ensimmäisissä mallinnushankkeissa. Hankkeen ohjaus ja koordinointi on projektipäällikön vastuulla.

Projektin toimijoista **tilaaja** on keskeisin. Hän vastaa projektin rahoituksesta, päätöksenteosta, johtamisesta, tekee tietomallinnusta koskevat päätökset ja hankinnat. Tilaaja toimii yleensä tietomalliprojektissa tyypillisesti katselukäyttäjänä.

Tietomallimanageri valvoo hankkeen mallinnuksen teknistä laatua sekä tavoitteiden täyttymistä tilaajan puolesta.

Suunnittelukonsultti nimeää tietomallipohjaisesti laadittavaan hankkeeseen **tietomallikoordinaattorin** ja **tietomallivastaavan** (t). Tietomallikoordinaattori varmistaa, että tilaajan hankkeelle asettamat tavoitteet ja vaatimukset täyttyvät. Hän huolehtii eri tekniikkalajien mallien yhteensopivuudesta ja ristiriidattomuudesta, sekä näiden teknisestä laadusta. Hän kokoaa yhdistelmämallin ja laatii sekä ylläpitää projektin tietomallisuunnitelman. Tietomallivastaava koordinoi ja vastaa oman tekniikkalajinsa mallintamisesta. Hän huolehtii tekniikkalajinsa sisäisen tietomallien laadunvarmistuksesta.

Konsultin **projektipäällikkö** vastaa mallinnuksen kokonaisorganisoinnista ja aikatauluttamisesta apunaan eri tekniikkalajien tietomallivastaavat ja projektin tietomallikoordinaattori. Projektipäälliköllä on päävastuu mallien yhteensovittamisesta, mallien tarkistamisesta ja laatukokousten organisoinnista vaikkakin niiden käytännön järjestelyt hoitaa yleensä tietomallikoordinaattori.

Suunnittelijat vastaavat tekemistään malleista ja osaltaan huolehtivat malliensa laadunvalvonnasta.

3.6 Mallitekniset vaatimukset

Mallinnuksen perusvaatimuksena on, että mallinnusohjelma pystyy lukemaan avointa tietomallipohjaista formaattia. Infrarakenteiden osalta avoin formaatti on Inframodel ja taitorakenteiden osalta IFC (Industry Foundation Classes).

Tietomalli, sen lopputuotteet sekä tulosteet tulee perustua Infra-nimikkeistöjärjestelmään. Tiedosto tulee tallentaa myös natiiviformaatissa, näin varmistetaan tiedon säilyminen. Infrasuunnittelussa mittayksikkönä käytetään metriä. Seudullisella tasolla tulee ensisijaisesti käyttää yhtenäistä ja valtakunnallisten suositusten mukaista EUREF-FIN koordinaattijärjestelmää ja N2000-korkeusjärjestelmää. Valtakunnallisella tasolla taas käytetään ETRS-TM35FIN-koordinaatistoa. Tätä voidaan käyttää esi- ja yleissuunnitelmissa, mutta väyläsuunnittelussa tulee käyttää ETRS-GK:n koordinaatistoa.

3.7 Tietomallien nimeäminen

InfraBIM-nimikkeistö kattaa infrarakenteiden ja –mallien numerointi- ja nimeämiskäytännöt. Nimikkeistö laajentaa Infra-rakennusosanimikkeistöä.

Lähtötietomallin sisältämien mallien tasot ja objektit tulee nimetä voimassa olevan Infra2010 rakennusosa- ja hankeosanimikkeistön ja sen laajennuksen InfraBIM-suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistön mukaisesti. Objekteihin on liitettävä niitä vastaava Infra-nimikkeistön koodi.

Mallitiedostot ja –kansiot nimetään siten, että tiedostoista käy selvästi ilmi, mistä aineistosta on kyse. Kansioden ja tiedostojen nimeämisessä sallitaan käytettäväksi merkkejä A-Z, a-z, numeroita 0-9 ja ala- ja väliviivoja. Tyhjän välilyönnin, ääkkösten ja erikoismerkkien käyttäminen on kiellettyä. Tiedoston nimen tulee olla mahdollisimman lyhyt.

3.8 Tietomallien laadunvalvonta

Kaikille eri tekniikkalajien malleille tulee tehdä aina ns. itselleluovutus sekä riittävän kattava yhteensovitus. Laadunvalvonta tulee suorittaa yleisten inframallivaatimusten 2015 osan 8 ”Inframallin laadunvarmistus” ohjeita noudattaen.

3.9 Tietomallien julkaisu, luovuttaminen ja tekijänoikeudet

Mallin luovuttaminen ja julkaisu on sovittava tilaajan kanssa aina hankkeen alussa.

Kaikki mallit ja sähköiset dokumentit luovutetaan sopimuksen mukaisesti tilaajalle, jolla on oikeus käyttää malleja vastaavin ehdoin kuin hankkeen perinteisiä dokumentteja. Tilaajalla on pysyvä, maksuton ja rajoittamaton oikeus malleihin.

Mallin laatijalla säilyy tekijänoikeus malliin ja sen sellaisiin komponentteihin ja osiin, jotka ovat laatijan itsensä tekemiä. Mikäli malleja on tarvetta jakaa projektin ulkopuolisille toimijoille, täytyy luovutuksesta laatia erillinen mallien luovutussopimus.

3.10 Keskeiset tietomallinnukseen liittyvät määrittelyt

Seuraavassa on esitetty yhteenveto InfraBIM-sanaston keskeisimmistä määrittelyistä. InfraBIM-sanastoon voi tutustua tarkemmin osoitteessa www.infrabim.fi/infrabim-sanasto/.

Mallipohjainen

On tiedon käsittelyn soveltamistapa, jossa tuotetta kuvataan mallina ja sovellukset pystyvät automaattisesti tulkitsemaan mallin sisältämiä tuotetietoja.

Lähtötietomalli

On eri tietolähteistä saadut tai mitatut tuotteet jäsennehtynä digitaaliseen muotoon.

Natiiviformaatti

On mallinnusohjelman oma tallennusmuoto.

Suunnitelmamalli

On infrarakenteen tai -järjestelmän tietomallin tietosisältö, joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut.

Tiedonsiirtoformaatti

On tietokonesovelluksilla tulkittava muoto tiedolle.

Tuotemalli

On tuotetietomallin ilmentymä.

Inframalli

On infrarakenteen tuotemalli.

Toteutusmalli

On infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisältö, joka kattaa toteutuksen näkökulman. Voi tarkoittaa myös suunnitelmamallista jalostettuja työkoneiden koneohjausmalleja tai mittauksia varten laadittuja paikalleenmittausmalleja.

Toteumamalli

On infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisältö, joka kattaa suunnitelmien ja toteutuksen lopullisen toteuman.

Ylläpitomalli

On infrarakenteen tai -järjestelmän tuotemallin tietosisältö, joka kattaa ylläpidon näkökulman.

Yhdistelmämalli

On eri tietomalleista yhdistetty tietomalli.

Esittelymalli (virtuaalimalli)

On jalostettu versio muista malleista. Esittelymalli sisältää mm. rakennepintojen tekstuureja, valoa, varjoja ja muita detaljeja, jotka tekevät mallista visuaalisesti mahdollisimman todellisuutta vastaavan.

Industry Foundation Classes (IFC)

On kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. Käytetään myös siltojen ja taitorakenteiden tiedonsiirrossa.

Inframodel (IM)

On avoin LandXML-pohjainen tietomäärittely mallipohjaisten infratietojen siirtoon.

LandXML

On yleisesti käytetty maanrakentamisen XML-pohjainen määrittely infra- ja maanmittaustiedolle.

4. HKR:N HANKEKOHTAISET OHJEET TIETOMALLINNUKSEEN

Tässä osiossa käydään pääpiirteissään läpi Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osaston ajatuksia ja toimenpiteitä tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisestä sekä tutustutaan heidän taitorakenteiden tietomallinnus- ja kadunsuunnittelun inframalliohjeeseen. Helsingin kaupungin kadunsuunnittelu inframalliohjeita [2] sovellettiin tämän diplomityön esimerkkihankkeena toimivassa Veturitie- hankkeessa.

Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osasto on ollut yksi koko infra-alan sekä myös koko pääkaupunkiseudun suurimpia infrasuunnitteluun liittyvien dokumenttipohjaisten suunnitelmien tilaaja. Katu- ja puisto-osastolla on yhtenä johtavana tilaajana mahdollisuus olla erittäin tärkeässä roolissa infra-alan tietomallinnuksen kehittämistyössä, kehittämisessä ja käyttöönotossa.

Tietomallintamisen tuleminen infra-alalle, Helsingin kaupungin katu- ja puisto-osastolle sekä FCG suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelutoimialalle oli uusi, mielenkiintoinen ja toivottu uudistus. Helsingin kaupunki päätti osallistua voimakkaasti infra-alan tietomallintamisen kehitystyöhön. He osallistuivat vahvasti perustetun InfraBIM-toimialaryhmän kehitystyöskentelyyn muiden ryhmään kuuluvien tahojen kanssa. Heitä kiinnostavia kehityskohteita oli mm. hankintamallien, rajapintojen ja standardien sekä suunnittelun ja rakentamisen prosessit. Kehitystyöhön osallistuvat kaupungin henkilöt, kuten muutkin tietomallintamisen kehitystyössä mukana olleet tahot vakuuttuivat tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen muuttavan suuresti suunnittelua ja rakentamista sekä parantavan merkittävästi koko alan toiminnan tuottavuutta ja laatua.

Helsingin kaupungin katu- ja puisto-osasto perusti oman sisäisen tietomallinnusryhmän. Ryhmän työskentelyn tavoitteeksi asetettiin tietomallinnuksen käyttöönoton tukeminen, mallinnusohjeiden laatiminen sekä sisäisten koulutusten pitäminen. Ryhmän kehittymisen ja kehittämisen suunnaksi valittiin oppiminen pilottihankkeiden kautta ja avulla. Yhteisten pilottihankkeiden avulla niin tilaajalla kuin suunnittelutoimistoilla on mahdollisuus yhdessä kohdata ja ratkaista tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen alkuvaiheen haasteet sekä kehittää toimintatapojaan.

4.1 Taitorakenteiden tietomallinnusohje

Taitorakenteen määritelmä; *Taitorakenteita ovat kaikki sellaiset rakenteet, joiden rakentamiseksi on laadittava lujuuslaskelmiin perustuvat suunnitelmat ja/tai joiden rakenteellinen vaurioituminen suunnittelu- tai rakennusvirheen seurauksena saattaa*

aiheuttaa vaaraa ihmisille tai liikennejärjestelmälle ja merkittäviä korjauskustannuksia rakenteelle tai sen välittömälle ympäristölle (Liikennevirasto ohje; LO 17/2013).

Helsingin kaupungin Rakennusvirasto on 1.8.2014 lähtien vaatinut taitorakenteiden suunnittelua tietomallipohjaisesti katu- ja puisto-osaston sisäisen tietomalliryhmän laatiman taitorakenteiden mallinnusohjeiden mukaisena. Tietomallinnusohjetta sovelletaan kaikissa katu- ja puisto-osaston tilaamissa uudisrakennuskohteisiin liittyvissä taitorakenteiden tietomallipohjaisissa hankkeissa.

Mallinnusohjeessa on esitetty rajauksia, ohjeita ja määrittelyjä tietomallipohjaisen suunnittelun osalta. Ohjeessa on kerrottu eri suunnitteluvaiheiden mallinnuksen tarkkuustasot, vaatimukset ja taitorakenteiden mallien nimeäminen sekä osien numerointi. Mallinnusohjetta tullaan päivittämään alan toimijoilta saadun palautteen myötä.

Helsingin kaupungille laadittujen taitorakenteiden mallintaminen tulee tehdä katu-, puisto- tai rakennussuunnitteluvaiheessa mallintamiseen soveltuvalla ohjelmistolla, jolla voidaan rakenteille määrittää erityyppisiä attribuuttitietoja. Ohjelmiston on pystyttävä tuottamaan aineistoa avoimeen tiedonsiirtoformaattiin (IFC) tallennettuna.

Ohjeen mukaisesti taitorakenteiden tietomallintaminen aloitetaan lähtöaineiston tuottamisella. Siihen sisältyy muiden eri tekniikkalajien tuottamien suunnitelmatietojen, nykytilan tietojen ja hankkeeseen liittyvän viiteaineiston ja mahdollisesti edellisen suunnitteluvaiheen tietojen kerääminen. Lähtötietomallin laatimisen tavoitteena on kuvata nykytila mahdollisimman hyvin sekä palvella tarkoituksenmukaisesti tietomallipohjaista suunnittelua sekä tiedon hallintaa. Lähtötietomalli tuotetaan Yleiset Inframallivaatimukset 2015 osan 3 ”Lähtötiedot” sekä Liikenneviraston ohjeen ”Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje” mukaisesti.

Taitorakennesuunnittelua sisältyy usein katu- ja/tai puistosuunnitteluhankkeisiin. Erillisissä taitorakenteiden suunnittelutoimeksiannoissa tarvitaan mallintamisen lähtötiedoiksi kadun ja maaston pintatiedot sekä suunniteltujen väylien geometriatiedot. Yksittäiset objektit ja kaapeli- ja johtoverkostot mallinnetaan tilanvarausobjekteina. Rakenteet ja rakenneosat mallinnetaan siten, että tietoa siirrettäessä niiden sijainti, nimi, tyyppi ja geometria siirtyvät rakenneosan mukana. Rakenteet mitoitetaan oikeankokoisina ja muotoisina ja samaa rakennetta olevat mallinnetaan kokonaisuutena tai yhdistettynä yhdeksi osaksi. Mitoitus- ja suunnitteluparametrit liitetään suoraan mallinnettuun objektiin attribuuttitietona. Rakenneosat tulee mallintaa tilavuusobjekteina, jotta määrät kustannusarvion laatimista varten saadaan suoraan mallista.

Rakennussuunnitteluvaiheen aikana taitorakenteista voidaan laatia yksityiskohtaisempia malleja, kuten konepaja-, raudoite-, mittaus-, teline- ja geometriamalli. Siltojen osalta

raudoitukset mallinnetaan, mutta muiden taitorakenteiden osalta raudoitusta ei tarvitse mallintaa. Taitorakenteiden ja siltojen suunnittelun yhteydessä mallinnetaan lisäksi:

- geotekniset- ja väylärakenteet
- teräs- ja puurakenteet sekä paaluperustukset
- jänneteräksiset
- köydet
- kiinnitysosat
- eristykset
- pintarakenteet
- maalaukset ja suojaukset jos paksuus >5 mm. Ohuimmat pinnoitteet voidaan antaa objektien attribuuttitietoina
- varusteet ja laitteet siten, että niiden sijainti, geometria ja tyyppi selviävät mallista

Taitorakenteiden mallit liitetään **yhdistelmämalliin**. Yhdistelmämallin avulla voidaan tarkastella rakenteen soveltuvuutta maastoon ja kaupunkikuvaan sekä eri mallien yhteensopivuutta keskenään. Yhdistelmämallista tuotetaan **katselumalli** tarkastusta, kommentointia ja hyväksymistä varten. Mallista toimitetaan myös erillinen katseluversio, johon on luotu valmiiksi valmiita kuvantoja ja näkymiä.

Taitorakenteiden jokaisesta erillisestä mallista laaditaan **tietomalliselostus**. Selostuksessa kuvataan mallinnetut rakenteet ja mallinnusperiaatteet sekä kaikki tarpeellinen tieto tietomalliin mahdollisista poikkeamista suunnitteluperusteisiin.

Tilaajalle toimitetaan mallit ja suunnitelmapiirustukset sekä hankkeeseen liittyvät tekstiasiakirjat pdf- tiedostoina. Toimitettavat tiedot tulee toimittaa oikeassa ja sovitussa koordinaatistossa sekä mallinnusohjeessa kerrotun periaatteen mukaisena.

Taulukossa 1 on esitetty katu- ja puisto-osaston taitorakenteiden luokittelu.

Taulukko 1. *Taitorakenteiden luokittelu*

Rakenne	Tarkennus	Määritelmä
Sillat	Kaikki sillat	Taitorakenne
	Kadun tai muun liikennöidyn alueen ylittävä siltamainen rakennus	Taitorakenne, ylittävän rakenneosan osalta
Tunnelit	Betonitunneli	Taitorakenne
	Kalliotunneliin liittyvät kantavat teräs-, betoni- tai muut rakenteet	Taitorakenne
	Kalliotunneli	*) Ei taitorakenne
Tukimuurit	Yleistä ajoneuvoliikennettä tukeva tukimuuri	Taitorakenne

	Huoltoajoneuvoliikennettä tukeva tukimuuri	Taitorakenne
	Maata tai henkilöliikennettä tukeva tukimuuri, jossa on suojakaide ja putoamis-korkeus >0,7 m	Taitorakenne
	Muut tukimuurit	*) Ei taitorakenne
Laiturit	Ajoneuvoliikennettä kannatteleva laiturit	Taitorakenne
	Henkilöliikennettä kannatteleva laiturit, paikalla rakennettu	Taitorakenne
	Henkilöliikennettä kannatteleva laiturit, esivalmistetut tuotteet	*) Ei taitorakenne
Paalulaatat	Kaikki kohteet	Taitorakenne
Meluesteet	korkeus > 2,0 m	Taitorakenne
	korkeus 1,0 – 2,0 m ja etäisyys liikennöidystä kadusta tai raitista on vähemmän kuin sen korkeus	Taitorakenne
	Muut < 2,0 korkeat meluesteet	*) Ei taitorakenne
Portaat, tasonvaihtorakenteet	Portaat, joissa erillinen kantava rakenne sekä maanvaraiset teräsbetonirakenteiset portaat	Taitorakenteet
	Maastoporras ”aasinporras”	Rakennetta ei mallinneta (ei taitorakenne)
	Hissi tms. tornien ja kuilujen kantavat rakenteet	Taitorakenne
Muut rakenteet	Pengerkaiteet, aidat	Rakennetta ei mallinneta (ei taitorakenne)
	Valaisinpylväät	Rakennetta ei mallinneta (ei taitorakenne)
	Penkit yms. puistovarusteet	Rakennetta ei mallinneta (ei taitorakenne)
	Kunnallistekniikan rakenteita tukevat kantavat rakenteet	Rakennetta ei mallinneta (ei taitorakenne)

*) Ei tulkita tämän ohjeen mukaiseksi tietomallinnettavaksi taitorakenteeksi.

Helsingin kaupungin rakennusviraston siltojen ja taitorakenteiden tietomallinnusohje löytyy ositteesta http://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/taitorakenteet_tietomallinnusohje.pdf.

4.2 Kadunsuunnittelun inframalliohje

Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osasto on edellisessä kohdassa esitetyn taitorakenteiden tietomallinnusohjeiden lisäksi laatinut samaan aikaan kadunsuunnittelun inframalliohjeen. Ohje on päivätty 1.9.2014, mutta ne eivät ole vielä täysin kattavat kaikilta rakennusosiltaan. Ohjetta päivitetään muun tietomallinnuksen

ohjeistuksen kehittymisen myötä. Ohje perustuu yleisiin Inframallivaatimuksiin 2105 ja InfraBIM-nimikkeistöön sekä InfraModel3-formaattiin. Ajantasainen ohje löytyy Helsingin kaupungin Rakennusviraston internet-sivuilta, osoitteesta <http://www.hel.fi/hki/hkr/fi/Esitteet+ja+julkaisut/Ohjeita+suunnittelijoille>.

Kadunsuunnittelun inframalliohjetta sovelletaan kaikissa katu- ja puisto-osaston tilaamissa kadunsuunnittelun katu- ja rakennussuunnittelun tietomallihankkeissa. Inframalliohjeessa esitetään katusuunnitelman ja rakennussuunnitelman sisällön tietomallivaatimukset. Ohjeen sisältö on jaettu seuraaviin asiakokonaisuuksiin:

- yleiset vaatimukset
- projektin yleistiedot
- rakennusosakohtaiset vaatimukset ja nimeämisperiaatteet
- nimikkeistö ja luokitukset
- aineiston jakaminen tiedostoihin ja tiedostojen nimeäminen
- inframalliselostus

Inframodel3, avoin tiedonsiirtoformaatti perustuu kansainväliseen LandXML-standardiin. Inframodel3-tiedoston tulee sisältää ainakin seuraavia tietoja:

- projektin tiedot
- yksiköt
- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät
- lähdeohjelmisto
- toimittajatiedot
- lajiluokitukset ja nimikkeistöt

Inframalliohjeessa on esitetty Rakennusviraston luokituksen mukaiset pintakoodit. Rakennepintojen osalta käytetään InfraBIM-luokitusta ja muiden osalta Infra-rakennusosanimikkeistön päätason nimikkeistä johdettua kuusinumeroista koodia, esim. 212100 Jakava kerros.

Inframallinnusohjeen mukaan **maastomalli** koostuu maanpinnan mittauksista, mittauksista muodostetusta yhtenäisestä kolmiopintamallista ja maastokartoituksen mittauksista. Maastomalli ja yhtenäinen kolmiopintamalli sekä kartoitusaineisto eritellään kaikki omiksi pinnoikseen ja jaetaan eri tiedostoihin.

Maaperämalli muodostuu eri pintamallien yhdistämisestä. Pintamalleja laaditaan mm. kalliopinnoista, kaikista maalajirajapinnoista sekä pohja- ja orsivesipinnoista. Maaperämalli laaditaan lähtötiedoista ja niistä muodostetaan kolmiopinta ja ne tuotetaan samaan tiedostoon. Ohjeesta löytyy maaperämallien pintojen tulkintapisteiden luokittelu.

Katurakenteet tuotetaan kaikki samaan tiedostoon ja nimeämisessä käytetään kadun nimeä. Geometriatiedoista malliin laitetaan mittalinja ja reunalinjat.

Seuraavista katurakenteista laaditaan pintamalli:

- väylärakenteen alapinta
- putki- ja johtokaivantojen alapinta
- päällysrakenteen ylin yhdistelmäpinta
- kantavan kerroksen yläpinta
- jakavan kerroksen yläpinta
- muut maapenkereet
- pohjarakenteet

Kasvillisuusrakenteista mallinnetaan:

- kasvualusta alapinta
- kantavan kerroksen yläpinta

Vesihuoltoverkostosta mallinnetaan:

- kaivot ja putket

Turvallisuus ja opastusjärjestelmistä mallinnetaan:

- aidat ja kaiteet taiteviivoina
- jalustat pistemäisenä kohteena

Sähkö- ja tele- ja koneteknisistä järjestelmistä mallinnetaan:

- lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät, mallintamisesta sovitaan aina erikseen

Hankkeen inframalli toimitetaan yleensä kokonaisena, mutta joskus on perusteltua jakaa malli sopiviin osiin. Ohjeen loppuosassa on kerrottu, kuinka kadun inframalli jaetaan tiedostoihin. Mallien laadunvarmistus perustuu suunnittelijan itselle luovutukseen,

visuaaliseen tarkistukseen. Malliselostus laaditaan jokaisesta erillisestä inframallista. Selostuksessa kuvataan mallinnetut kohteet, niiden mallinnusperiaatteet ja mahdolliset poikkeamat ”Kadun suunnittelun inframalliohjeisiin”. Tilaajalle luovutetaan tietomalliaineiston lisäksi perinteinen suunnitteluaineisto. Malli saattaa korvata osan perinteisestä dokumentaatiosta.

Kadunsuunnittelun inframalliohjeen mukaiset osamallit ja niiden vaadittu sisältö on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kadunsuunnittelun inframalliohjeen mukaiset osamallit

Kokonaisuus /osamallit	IM3	HKR	Lisätiedot
Yleistiedot			
Suunnitelman yleistiedot	X	P	suunnitelman nimi, kuvaus, yksiköt, koordinaattijärjestelmät, ohjelmisto, toimittaja
InfraBIM-nimikkeistö	X	P	kaikki suunnitellut kohteet
InfraRO-nimikkeistö			
Maastomalli			
Maastomallimittaus	X	P	pisteet, viivat ja näiden luokitus
Maastokartoitus			alkuperän mukaan tiedostoina kartoitustiedot (ei maastomallia erkseen)
Maanpintamalli	X	P	kolmiopinnot
Maaperämalli			
Kalliopinta	X	P	
Maalajirajapinnat	X	P	pintamalli, jossa tulkintapisteen ja viivat sekä näiden luokittelu
Pohjavedenpinta	X	P	
Katurakenne			
Geometriat	X	P	mittalinjat, reunakivilinjat, reunalinjat
Maa- ja kalliroleikkaukset (1600, 1700)			
Väylärakenteen alapinta			pintamalli

Putki- ja johtokaivannot, alapinta	X	P	johtokaivannot sovitaan hankekohtaisesti
Päällysrakenteen osat (2100)			
Ylin yhdistelmäpinta			
Kantavan kerroksen yläpinta	X	P	pintamalli
Jakavan kerroksen yläpinta			
Maapenkereet	X	P	pintamalli
Päällysteet ja rakenteet			
Kokonaisuus / Osamallit			sovitaan hankekohtaisesti
	IM3	HKR	lisätiedot
Pohjarakenteet (1400)			
Massanvaihtoon kuuluva kaivanto, vastapenger, esikuormituspenger	X	P	pintamalli
Syvästabilointi, paalutus			
Kasvillisuusrakenteet (2300)			
kantava kasvualusta	X	P	pintamalli, alapinta ja kantavan yläpinta katurakenteeseen liittyen
Vesihuollon järjestelmät (3100)			
Hulevesi-, jätevesi-, vesijohtoverkosto	X	P	verkostomalli; kaivot (laitteet), putket ja niiden ominaisuudet
Rummut			
Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät (3200)			
Kaiteet, aidat			sovitaan hankekohtaisesti
Jalustat	X	-	
Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät (3300)	X	-	sovitaan hankekohtaisesti
	-	-	

Lämmön- kaasunsiirtojärjestelmät	ja	-	-	sovitaan hankekohtaisesti
---	-----------	---	---	------------------------------

IM3: X=on Inframodelista, HKR: P= pakollinen kadun inframallissa

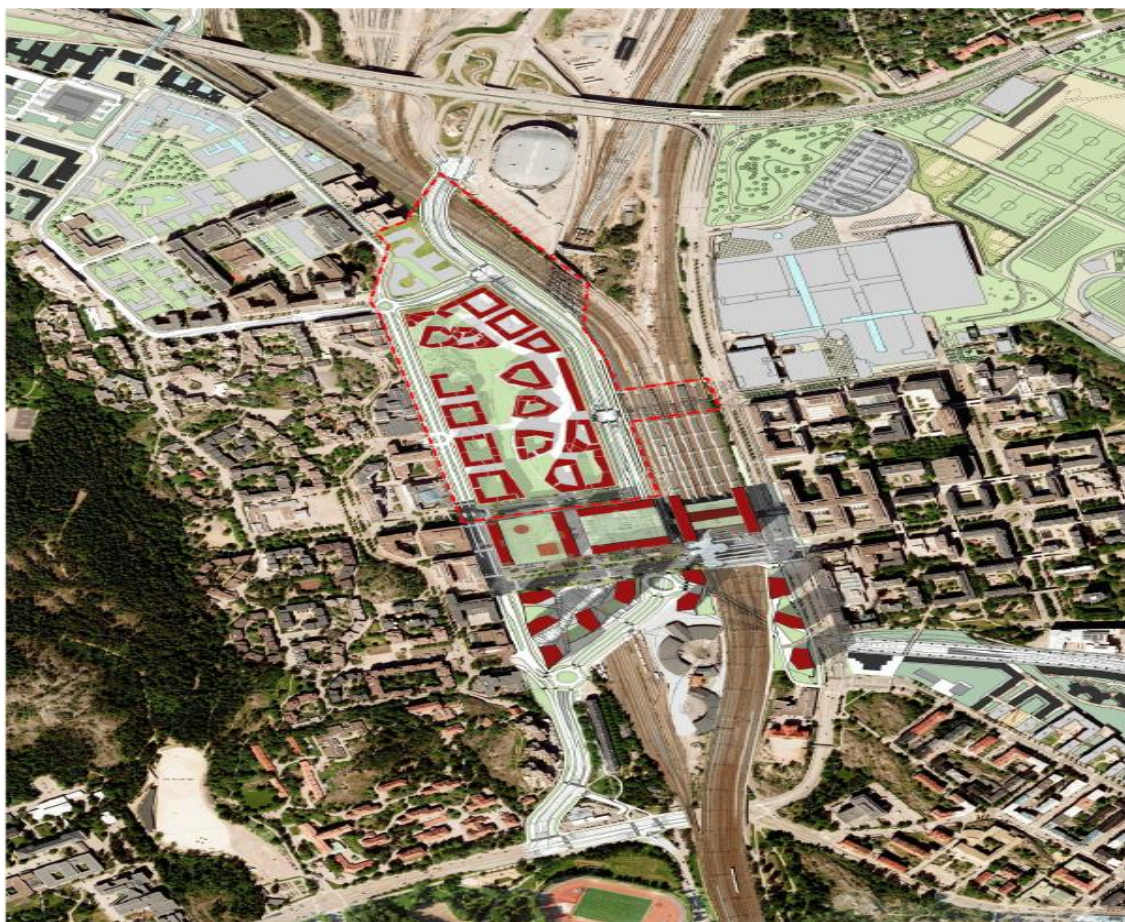
5. VETURITIE-HANKE

5.1 Suunnittelukohde

Suunnittelukohde, Keski-Pasila ja suunnittelun kohteena oleva Veturitie sijaitsevat Helsingin kaupungin 17. kaupunginosassa (Pasila). Pasila kuuluu kantakaupunkiin ja se sijaitsee noin 3,0 km Helsingin keskustasta pohjoiseen. Veturitie uudistetaan kokonaan välillä Nordenskiöldinkatu - Hakamäentie.

Veturitien suunnitteluhanke valittiin tilaajan, Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osaston ja FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelun toimialan yhteiseksi tietomallihankkeeksi. Hanke on katu- ja aluesuunnittelutoimialan ensimmäinen kokonaan tietomallipohjaisesti laadittava suunnittelukohde.

Kuva 6 on Keski-Pasilan havainnekuva. Kuvassa on esitetty Keski-Pasilan ja Veturitien suunnittelualue.



Kuva 6. Keski-Pasilan havainnekuva (12.11.2013).

Uusi, rakenteilla oleva Keski-Pasila muodostuu Veturitien eteläosan, keskustakorttelin ratapihakortteleiden kaava-alueista sekä ns. tornialueesta. Keskustakorttelin kaava-

alueelle rakennetaan kauppakeskus (Tripla). Keski-Pasila-alueen halki rakennetaan alueellinen pääkatu, Veturitie.

Kuvan 7 havainnekuvasa (2011) on esitetty Keski-Pasilan tornitaloalue, Pasilansilta ja keskustakorttelin kaava-alue.



Kuva 7. Keski-Pasilan tornitaloalueen havainnekuva.

Nykyisiin Keski-Pasilan rakennuksiin ja rakenteisiin tehdään kauppakeskuksen ja Veturitien rakentamisen yhteydessä muutoksia. Läsi- ja Itä-Pasila yhdistävää siltaa

levennetään ja nykyinen Pasilan asemarakennus puretaan ja samalle paikalle rakennetaan uusi asemarakennus. Kuvassa 8 on esitetty Keskustakorttelin kaava-alue. Kuvasta selviää tulevan kauppakeskuksen ja uuden Pasilan aseman sijoittumisen alueelle. Molemmat tulevat sijoittumaan aivan Pasilan sillan läheisyyteen.



Kuva 8. Keski-Pasilan keskustakorttelin asemakaava-alue.

Kauppakeskuksen pohjoispuolelle rakennetaan uusi Haarakallion silta. Nykyisen Veturitien ylikulkusillan osalta ei ole vielä tehty päätöstä levennetäänkö vaiko uusitaanko

siltaa kokonaan. Rata-alueelle on suunniteltu uusi läntinen lisäraide, joka yksistään saattaa vaikuttaa siihen, että silta uusitaan kokonaan.

5.2 Keski-Pasilan ja Veturitie-hankkeen tavoitteet

Keski-Pasilan hankeohjelman, asemakaavoituksen ja teknisen suunnittelun yleisenä tavoitteena on luoda Helsinkiin uusi toiminnallisesti monipuolinen kaupunginosa sekä liikenteen ja palveluiden keskus. Keskuksen halutaan olevan vetovoimainen ja persoonallinen kokonaisuus, mikä yhdistäisi Itä- ja Länsi Pasilat uudeksi yhteiseksi Pasilan kaupunginosaksi. Alueen kaduista, katuympäristöstä, jalankulku- ja pyöräily-yhteyksistä, joukkoliikenteestä sekä niiden toiminnan edellyttämät tilat suunnitellaan korkealuokkaisiksi. Tavoitteena suunnittelulle oli, että alueen kaupunkikuva ja kaikki toiminnot olisivat kaikille käyttäjille miellyttäviä, houkuttelevia ja selkeitä.

Toteuttamisen tavoitteeksi asetettiin, että Veturitiestä laadittavat suunnitelmat parantaisivat Hakamäentieltä keskustaan suuntautuvan liikenteen sujuvuutta sekä mahdollistaisivat Tuusulan väylän kääntämisen Käpylässä Veturitielle.

5.3 Hankeohjelma

Veturitien suunnitteluhankkeen hankeohjelma käynnistettiin 29.4.2014 ja sitä päivitettiin 12.5.2014 ja 27.5.2014. Osa hankeohjelman mukaisista tavoitteista on kerrottu tämän työn kohdassa 5.2.

Ennen hankeohjelman käynnistymistä Keski-Pasilan alueelle oli laadittu lukuisia suunnitelmia, tehty paljon erilaisia selvityksiä ja tutkimuksia. Niistä mainittakoon:

- Keski-Pasilan osayleiskaava (2006)
- Keski-Pasilan alueen pääkatujen ja vesihuollon yleissuunnitelma (2011)
- Veturitien eteläosan asemakaavan muutos (2013)
- Liikennesuunnitelma, osa 1 ja 2 (2013)
- Keski-Pasilan keskustakorttelin asemakaavaluonnos (2014)
- tehdyt pohjatutkimukset (-2014)
- teknillis-taloudelliset suunnitelmat (-2014)
- ympäristötekniset tutkimukset (-2014)

5.4 Tekninen yleissuunnitelma

Tilaajan toimeksiannosta laadittiin vuoden 2014 aikana Veturitien tekninen yleissuunnitelma välille Nordenskiöldinkatu – Hakamäentie.

Teknisen yleissuunnitelman tarkoituksena oli selvittää laaditun liikennesuunnitelman pohjalta Veturitien rakentamisen tekninen toteutettavuus, kohteeseen soveltuvat tekniset ratkaisut, vaiheittain rakentaminen sekä arvioida alustavat rakentamiskustannukset.

Lähtötietoina tekniselle yleissuunnittelulle olivat mm. tämän työn kohdassa 5.3 mainitut suunnitelmat, selvitykset ja tutkimukset sekä seuraavat alueelle laaditut tai siihen olennaisesti liittyvät suunnitelmat.

- Teollisuuskadun yleissuunnitelma
- Keski-Pasilan katu ympäristön ja valaistuksen yleissuunnitelma
- Keski-Pasilan keskustakorttelin Tornikujan ja Maistraatinportin suunnitelmat
- Pasilan sillan suunnitelmat
- Läntisen lisäraiteen yleissuunnitelma

Tekninen yleissuunnitelma esiteltiin kustannusarvioineen päättäjille. Esitettyä teknistä yleissuunnitelmaa päätettiin vielä täydentää selvittämällä koko Keski-Pasilan hankkeen ja Veturitien vaiheittain rakentamisen kustannukset ja toteuttamisen aikataulu. Lisäselvityksen tuloksena esitettiin seuraavat vaiheittain rakentamisen vaihtoehdot sekä niiden rakentamiskustannukset:

- lyhyen tunnelin ja Haarakallion sillan rakentaminen, 78.166.000 euroa.
- pitkän tunnelin rakentaminen, 117.598.000 euroa
- Veturitien ylikulkusillan rakentaminen, 15.000.000 euroa
- lyhyt tunneli ja varautuminen pitkään tunneliin 123.446.000 euroa.

5.5 Katu- ja rakennussuunnittelu

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja alesuunnittelun toimialan osalta Veturitie-hankkeen suunnittelu käynnistyi marraskuussa 2014.

Veturitie-hankkeen tilaajana toimi Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osasto. Tilaajan projektinjohtajana toimi Markku Riekkö. FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy puolelta hankkeen projektipäällikkönä toimi tämän diplomityön tekijä Jari Elo.

Tilaajan tarjouspyynnön mukana olleen suunnitteluohjelman mukaisesti suunnittelutehtävään sisältyi alueen katujen katu- ja rakennussuunnitelmien, erillisten vesihuoltolinjojen rakennussuunnitelmien, siltojen ym. taitorakenteiden yleissuunnitelmien ja rakennussuunnitelmien laatiminen. Toimeksiantoon sisältyi lisäksi seuraavat osatehtävät: (Veturitien suunnittelu, suunnitteluohjelma 2.6.2014).

- Vesihuolto: katujen yhteyteen tulevat sekä erillinen hulevesiviemäri- ja Nordenskiöldinkadulle
- Taitorakenteet: Veturitien tunneli (lyhyt tunneli ja varautuminen pitkään tunneliin), 5 kpl tukimuureja, portaat ja 2 kpl kaksitasoisia kiertoliittymiä
- Haarakallion risteyssilta
- Katuympäristösuunnittelu
- Tunnelin valaistussuunnittelu

Hankkeelle asetettiin hyvin korkeat toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset jo senkin takia, että suunniteltava kohde sijaitsee Keski-Pasilassa. Alueella, josta kaavaillaan uutta Helsingin kaupunginosaa ja uutta kaupungin keskustaa.

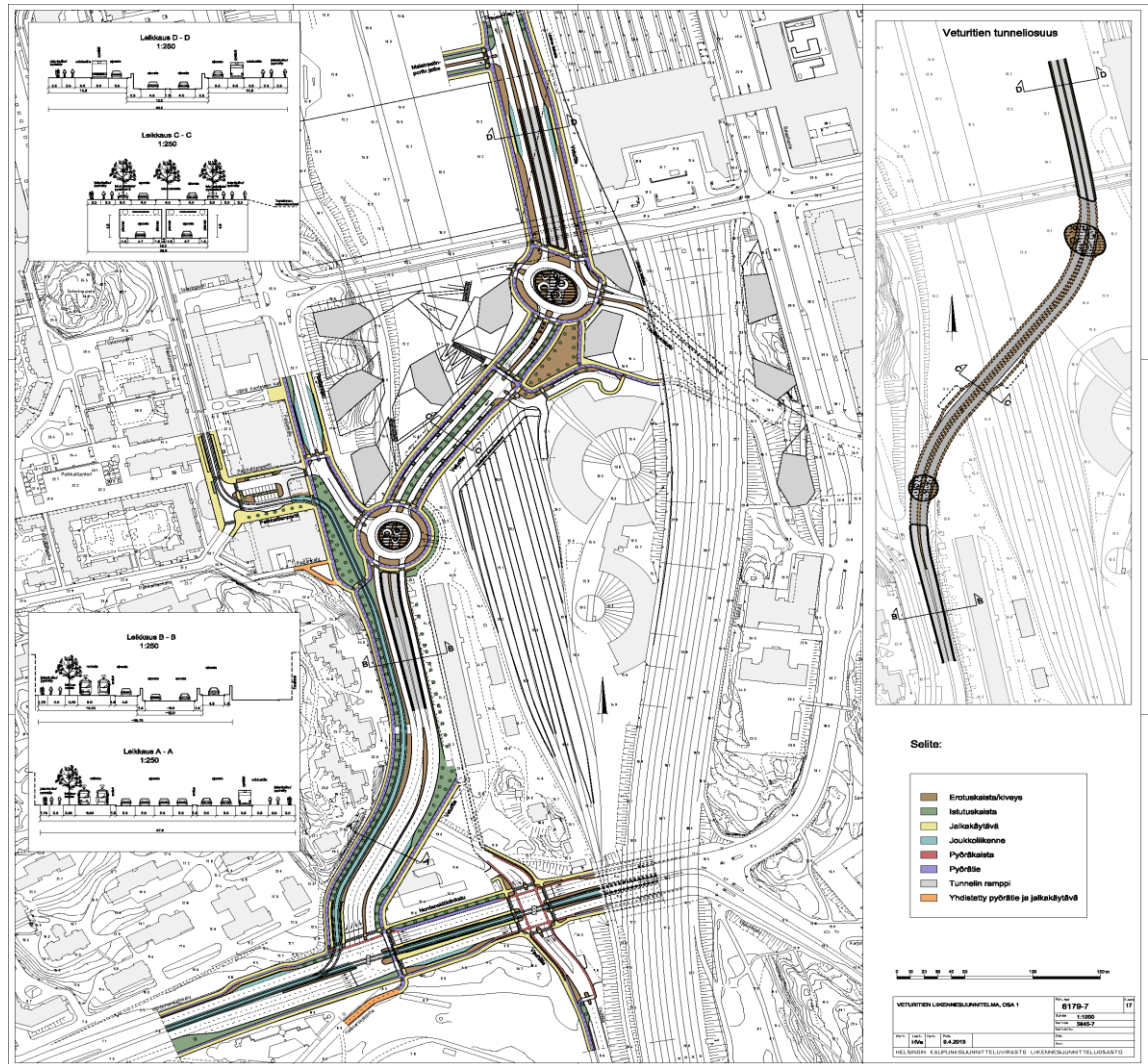
Keski-Pasila ja siihen liittyvä suunnittelu ja rakentaminen on Suomen mittakaavassa katsottuna aivan ainutlaatuinen suunnittelu- ja rakennuskohde. Tällaista kokonaisuutta, missä suunnitellaan ja rakennetaan uusi Helsingin keskusta, kauppakeskus, asemarakennus, kaksi (2) kaksitasoista kiertoliittymää, betonitunneli sekä tunnelin päällä kulkeva bulevardityyppinen katu ei tietävästi löydy mistään muualta Suomesta eikä ehkä maailmaltakaan.

5.5.1 Hallinnolliset katusuunnitelmat

Hallinnollisten katusuunnitelmien tarkoituksena on kuvata visuaalisesti ja teknisesti päättäjille tulevan kadun ja katualueen kaupunkikuvallinen ilme rakenteineen sekä esittää laaditut suunnitteluratkaisut selkeästi tilaajan hyväksymis- ja päätösprosessia varten.

Veturitien hankkeen hallinnollisten katusuunnitelmien laatimiselle tilaaja asetti joitakin yleisohjeesta poikkeavia lähinnä kaupunkikuvalliseen ilmeeseen liittyviä tarkentavia laadullisia ja teknisiä vaatimuksia sekä toiveita.

Katusuunnittelun lähtötietoina toimivat Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston (KSV) laatimat liikennesuunnitelmat, osa 1 ja osa 2. Kuvassa 9 on esitetty Veturitien liikennesuunnitelma, osa 1 ja kuvassa 10 osan 2 liikennesuunnitelma.



Kuva 9. Veturitien liikennesuunnitelma (osa 1).

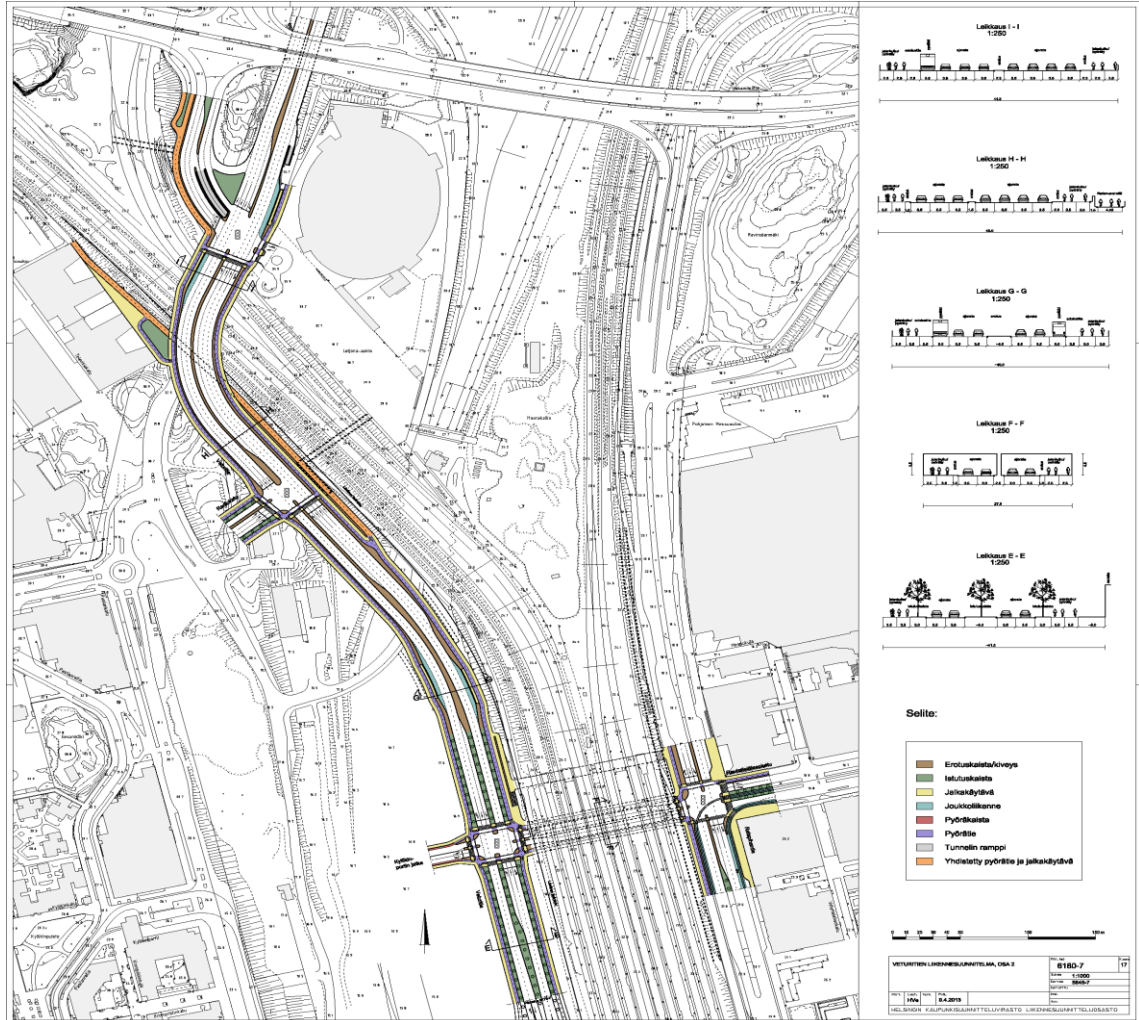
Veturitien nykyiselle katuosuudelle välillä Nordenskiöldinkatu - Pasilan katu tehdään uusia kaistajärjestelyitä. Nykyitä katualuetta levennetään huoltamotontin kohdalla. Kaistajärjestelyiden vaatiman lisätilan takia huoltamon toiminta tulee lakkaamaan lähivuosina.

Veturitien uusi osuus alkaa Pasilan kadun kohdalta. Linjaus kääntyy itään päin kohti Pasilan rata-aluetta ja rakennettavaa kauppakeskusta (Tripla). Välille Pasilan katu - kauppakeskus rakennetaan kaksi kaksitasoista kiertoliittymää. Kiertoliittymien välille rakennetaan niitä yhdistävä betonitunneli. Pasilan kadulta ei tule olemaan suoraa ajoyhteyttä kiertoliittymien väliin rakennettavaan betonitunneliin. Betonitunnelin päälle rakennetaan kaupunkibulevardityyppinen katuosuus.

Teollisuuskatu liitetään Veturitiehen pääradan ali rakennettavan tunnelin kautta. Teollisuuskatu liittyy pohjoisemman kaksitasoisen kiertoliittymän ylätasolle. Veturitalleille rakennetaan katuyhteys Veturitien bulevardimaiselta katuosuudelta.

Veturitien eteläisen ja pohjoisen kiertoliittymän väliin rakennettava betonitunneli osuus on noin 420 metriä pitkä.

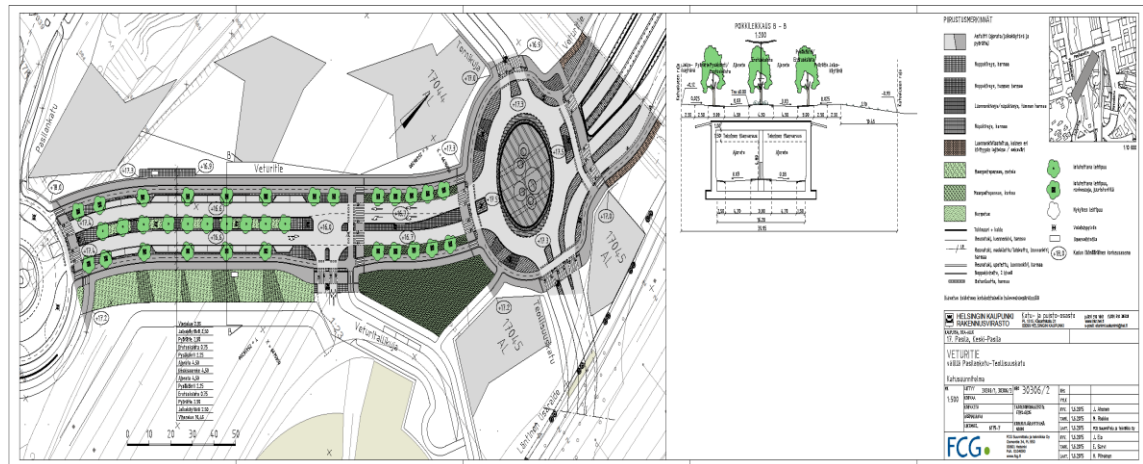
Kuvan 9 oikeassa kulmassa on esitetty Veturitien tunneliosuus.



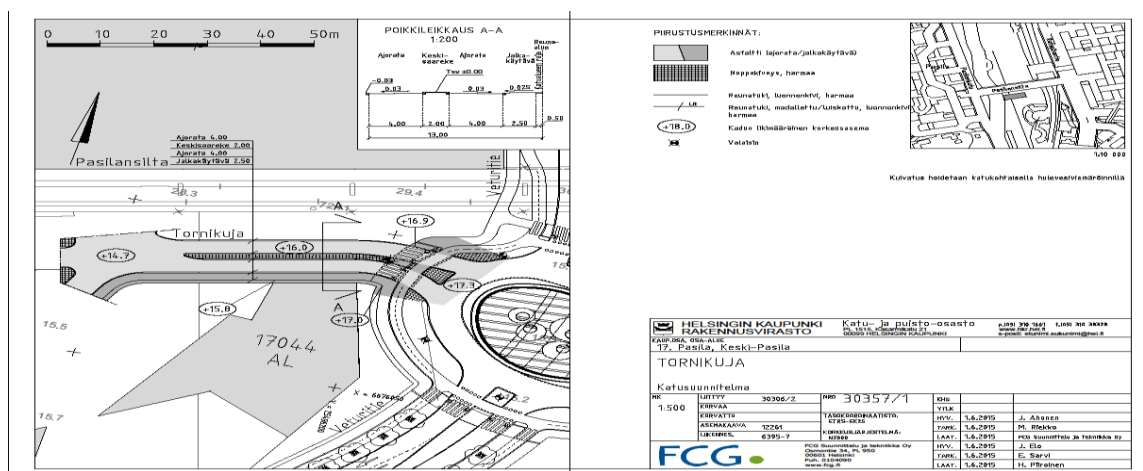
Kuva 10. Veturitien liikennesuunnitelma (osa 2).

Liikennesuunnitelman, osa 2 mukaisesti Veturitie jatkuu kauppakeskuksen (Tripla) jälkeen pohjoiseen päin uuden läntisen lisäraiteen suuntaisesti ja sen välittömässä läheisyydessä nousemisen lopuksi nykyiselle Veturitien ylikulkusillalle.

Ratapihakortteli-nimiselle asemakaava-alueelle, kauppakeskuksen pohjoispuolelle on suunniteltu katuja. Kaksi ratapihakorttelin katuja liittyy tasoliittymän kautta Veturitielle. Nykyisten rata-alueella olevien ristikkosilltojen jatkeeksi rakennetaan Veturitielle uusi Haarakallion risteyssilta. Lääntisen lisäraiteen ja suuren korkeuseron takia rata-alueen ja Veturitien itäpuolen katualueen väliin rakennetaan korkea tukimuuri. Tukimuuri alkaa kauppakeskuksen pohjoispäästä jatkuen ohi Haarakallion sillan. Kevyen liikenteen yhteyttä pohjoiseen parannetaan rakentamalla uusi kevyen liikenteen raitti pohjoiseen

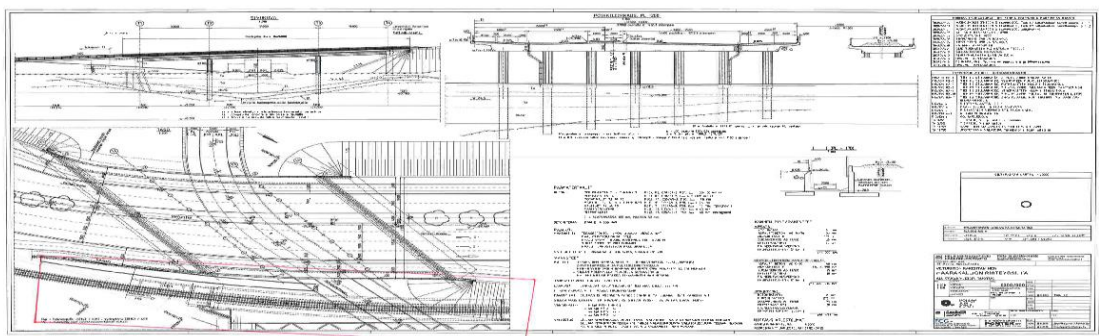


Kuva 12. *Veturitien katusuunnitelma kiertoliittymien välillä.*



Kuvan 13. *Tornikujan katusuunnitelma.*

Haarakallion sillasta laadittiin yleissuunnitelma. Se hyväksyttiin samaan aikaan katusuunnitelmien kanssa.



Kuva 14. *Haarakallion yleissuunnitelma.*

Hallinnollisten katusuunnitelmien ja Haarakallion sillan yleissuunnitelman laatiminen kesti ajallisesti kuusi (6) kuukautta ja ne valmistuivat toukokuun alussa vuonna 2015. Suunnitelmat olivat julkisesti nähtävillä kahden (2) viikon ajan Helsingin kaupungin internet-sivustolla. Katusuunnitelmat olivat hallinnollisessa käsittelyssä Helsingin kaupungin yleisten töiden lautakunnassa kesällä 2015 missä ne hyväksyttiin.

Hallinnollisia suunnitelmia ei laadittu mallintamalla vaan ne tehtiin perinteiseen tapaan.

5.5.2 Rakennussuunnittelu

Veturitien rakennussuunnittelu käynnistyi loppukesästä 2015 teknisen lautakunnan hyväksyttyä katusuunnitelmat ja Haarakallion sillan yleissuunnitelman. Veturitien tekninen mitoitus ja liikenteelliset ratkaisut oli tehty hallinnollisten katusuunnitelmien yhteydessä ja niille oli saatu tilaajan hyväksyntä.

Lähtökohtana rakennussuunnittelulle oli, että Veturitie suunnitellaan kokonaisuutena huomioiden ja siten, että se mahdollistasi vaiheittain rakentamisen. Veturitien rakentuminen on aikataulullisesti täysin sidoksissa kauppakeskuksen rakentumisen kanssa. Kauppakeskusalueen rakentaminen alkoi loppukesästä 2015.

Haasteita kohteen rakennussuunnittelulle aiheutti myös hulevesi-, pohja- ja orsiveden hallinta, alueen maaperän rakenteet, puupaalujen varaan rakennetut Veturitallin rakennukset, betonitunnelin palo- ja turvallisuusasiat, tunnelin suunnittelu sekä korkean tukimuurin rakentaminen liikenteellä olevan rata-alueen viereen.

Suunnittelualueen hulevesien käsittely oli yksi pääteemoista koko hankkeen suunnittelun ajan. Hankesuunnitteluvaiheessa hulevesien käsittelyn hallitseminen jo asetettiin tavoitelistan kärkipäähän tiedostaen, että alueen rakentuminen tulee muuttamaan nykyistä vesitasapainoa merkittävästi, kun suuret läpäisevät pinnat muuttuvat huonosti läpäiseviksi.

Pohja - ja orsivesiä oli tutkittu ja niissä oli todettu paikoin kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Pohjavesi on lähellä maanpintaa koko suunnittelualueella. Pohjaveden pinta on välillä n. +13,4...+14,9 ja orsiveden pinta on tasolla +13,3...+14,8. Kauppakeskuksen (Tripla) maanalaiset rakenteet tulevat katkaisemaan pohja- ja orsiveden virtaukset pohjoisesta etelään päin ja sen takia kauppakeskuksen pohjoispuolelle jäävät pohja- ja orsivedet joudutaan johtamaan pumppaamalla kauppakeskuksen läpi kauppakeskuksen eteläpuolelle. Kauppakeskuksen eteläpuolelle rakennettiin hulevesien imeytyskenttä, johon myös pumpatut pohja- ja orsivedet johdettiin. Tarkoituksena oli, että vesien imeytyminen maaperään pitäisi eteläosan maaperän vesitasopainon ennallaan. Veturitallin rakennukset on aikoinaan perustettu puupaalujen varaan ja niihin Veturitien rakentaminen ei saanut aiheuttaa muutoksia. Rakennukset ovat lisäksi suojelukohhteita.

Veturitie alueen maaperä on alueen itä- ja länsireunoilla kalliota ja kitkamaa-aluetta. Alueen keskiosassa vanhan ratapihan alueella maaperän ylin kerros on 2-6 metriä paksu ratarakenne- ja täyttökerrosaluetta. Sen alapuolella on 8-13 metriä paksu savikerros, jonka pintakerroksessa on turvetta. Savikerroksen alapuolella on löyhästä keskitiiviiseen vaihteleva kiviä sisältävä kerros silttiä, hiekkaa ja moreenia. Tämän kerroksen alapuolella on kallion päällä tiivis moreenikerros. Kallion pinta on syvimmillään tasolla n. -12,2. Tehtyjen tutkimustulosten perusteella alueen maaperän on todettu olevan paikoin pilaantunutta.

Betonitunnelin palo- ja turvallisuusasiat sekä tunnelin pohjoispään savunpoiston hallinta aiheutti paljon keskustelua. Tunnelin savunpoisto mallinnettiin ja sen selvityksen perusteella päädyttiin ratkaisuun, jossa palosavut ohjataan pohjoisen kiertoliittymän keskustan kautta ylös. Palosavujen ei haluttu aiheuttavan kauppakeskuksen toiminnalle vaikeuksia.

Veturitien betonitunnelin korkeusasema- ja pohjarakennussuunnittelu tehtiin tiiviissä yhteistyössä geo- ja rakennesuunnittelijoiden kanssa. Suunnittelun aikana päädyttiin esittämään tilaajalle tekniseen yleissuunnitelmaan verrattuna betonitunnelin pituuskaltevuuden ja kuivatusratkaisujen muuttamista toimivimmiksi ja kustannustehokkaammiksi. Muutosehdotukseen vaikutti vahvasti alueen maaperä, pohjaveden korkeusasema ja pohjaveden hallinta. Betonitunneli joudutaan rakentamaan pääosin pohjaveden pinnan alapuolelle. Betonitunneli suunniteltiin ajoneuvoliikenteen käyttöön ja mm. turvallisuussyiden takia se oli suunniteltava ja rakennettava täysin vesitiiviiksi rakenteeksi.

Betonitunnelin valaistuksen ja tunneliin sijoitettavan muun tekniikan suunnittelu aiheutti tässä rakennussuunnitteluvaiheessa jonkin verran keskustelua, koska pitkän tunnelivaihtoehdon rakentaminen saattaa ajoittua jopa 20 vuoden päähän ja tekniikka on silloin oletettavasti kehittyneempää kuin tänä päivänä. Hankeen ohjausryhmässä päätettiin kuitenkin, että tunnelin valaistus ja muu tekniikka suunnitellaan tämän päivän tiedon mukaisena.

Veturitien pystygeometriaan tehtiin pieniä muutoksia verrattuna tekniseen yleissuunnitelmaan. Muutokset kohdistuivat molempien kiertoliittymien, Pasilan kadun liittymäalueeseen sekä Haarakallion sillan korkeusasemaan. Kiertoliittymien kohdalla kadun korkeusasemaa muutettiin hiukan ylöspäin katujen pituuskaltevuuksien ja toimivuuden parantamiseksi. Kauppakeskuksen alituksen kohdalla Veturitien korkeusasema pysyi teknisen yleissuunnitelman mukaisena, koska kauppakeskuksen suunnitelmat olivat jo pitkällä eikä niihin voitu tehdä muutoksia.

Tornitaloalueelle teknisessä yleissuunnitelmassa esitettyjä vesihuoltoratkaisuja jouduttiin muuttamaan tunneliratkaisun muuttuessa.

Katusuunnitelmavaiheen aikana laadittuihin katu ympäristö- ja valaistussuunnitteluratkaisuihin ei tullut juurikaan muutoksia. Rakennussuunnitteluvaiheen aikana katu ympäristösuunnittelussa haastavinta oli ns. Toteutusvaihe 1 kaupunkikuvallisen ilmeen löytäminen. Keskustelua aiheutti vesitiiviiden ponttiseinien verhoilu ja mikä on verhoilun väri.

Alueelle oli tehty teknisen yleissuunnitelmavaiheen aikana melu- ja ilmanlaadun selvitykset. Tehdyn alueellisen meluselvityksen (pitkä tunneli rakennettu) mukaan melutason ohjearvot ulkona ylittyvät kauttaaltaan tunnelin suuaukkojen kohdilla. Veturitien alkuosalla ennen tunnelia, missä pintaliikenteen määrän on arvioitu tulevaisuudessa kasvavan lähes 50 %, kasvaa laskennallinen melutaso vastaavasti hieman alle 2 dB.

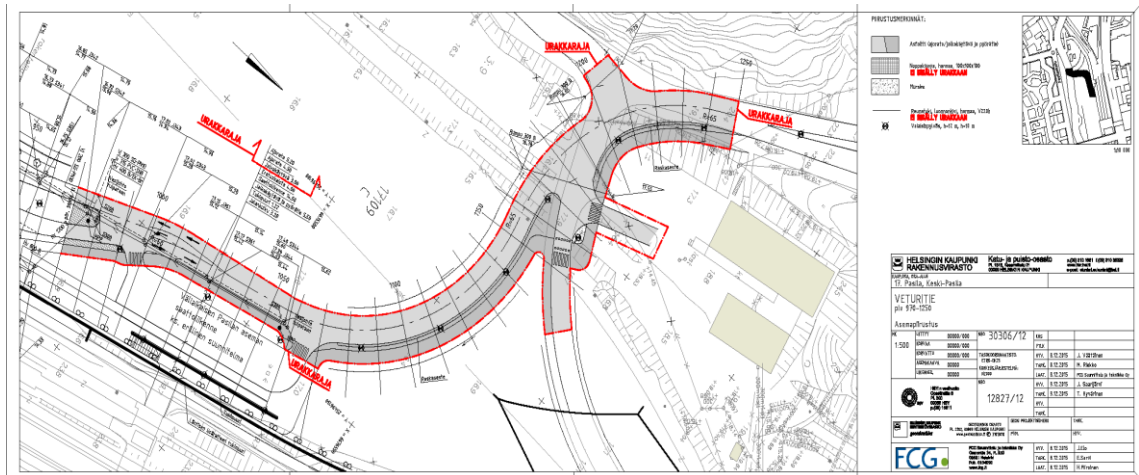
Ilmanlaatua suunnittelualueen ympäristössä on arvioitu mm. Ilmatieteen laitoksen tekemän leviämismalliselvityksen sekä käytettävissä olevien mittaustietojen perusteella. Suunnittelualueella erityisen haastavia kohtia ilmanlaadun kannalta ovat jatkossa kiertoliittymien ympäristöt, joihin mahdolliset tunnelien päät sijoittuisivat. Alueen kaavamääräyksellä on edellytetty jatkosuunnittelussa kiinnittämään erityistä huomiota tunneloinnin ilmanvaihtoratkaisuihin ilmansaasteiden aiheuttamien haittojen minimoimiseksi. Lisäksi mm. pyöräily- ja jalankulkuyhteyksien sijoitteluun tulisi kiinnittää erityistä huomiota, jotta ilmansaasteille altistuminen jäisi mahdollisimman pieneksi.

Urakka 1

Veturitien vaiheittain rakentaminen ajoittuu arviolta vuosille 2016 – 2023. Veturitien rakentumiseen aikataulullisesti vaikuttaa kauppakeskuksen (Tripla) rakentuminen.

Veturitien rakennussuunnittelu ja rakentaminen alkoi keväällä 2016. Vaihe 1 nimettiin Urakka 1:ksi. Urakkaan kuului väliaikaisen kauppakeskusta palvelevan väliaikaisen työmaatien suunnittelu ja rakentaminen Radiokadulta kauppakeskuksen työmaalle, Veturitien ja siihen kuuluvan vesihuollon suunnittelu ja rakentaminen Firdon kadun kohdalle sekä Pasilan kadun liittymäalueen läheisyyteen rakennettava paino-/ylipengeralueen suunnittelu ja rakentaminen. Urakka 1:een kuuluvan väliaikaisen työmaatien suunnittelulle ei asetettu Veturitien kaltaisia toiminnallisia ja laadullisia vaatimuksia.

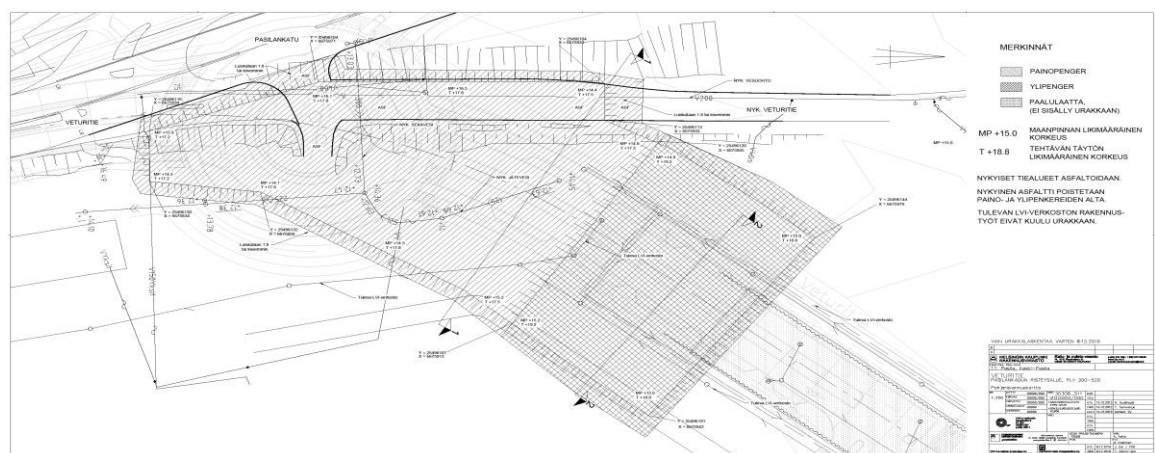
Kuvassa 15 on esitetty Urakka 1 kuuluva suunnittelualue.



Kuva 15. Väliaikainen työmaatie Radiokadulta kauppakeskuksen työmaalle.

Veturitien suunnittelun kanssa samanaikaisesti alkoi nykyisen Pasilan aseman remontointi, Teollisuuskadun tunnelin rakentaminen ja Pasilan sillan leventäminen sekä sen ympäristön uudistaminen. Nykyisen Pasilan aseman toiminnot siirretään väliaikaisesti aseman pohjoispuolelle rakennettavaan väliaikaiseen asemarakennukseen. Väliaikaisen aseman yhteyteen rakennetaan vuosien 2016 - 2017 aikana väliaikainen saatto- ja pysäköintialue. Pasilan aseman remontin valmistuttua arviolta vuonna 2019 väliaikainen työmaatie sekä saatto- ja pysäköintialue poistetaan käytöstä. Kuvan 15 alareunassa näkyy suunniteltu väliaikainen saatto- ja pysäköintialue.

Veturitien ja Pasilan kadun liittymäalueen läheisyyteen suunniteltiin ja rakennettiin yli/painopenger nopeuttamaan maankerrosten painumista tulevan betonitunnelin kohdalla. Kuvassa 16 on esitetty Pasilan kadun liittymäalueelle tuleva paino-/ylipengeralue.



Kuva 16. Paino-/ ylipengeralue Pasilan kadun liittymäalueella.

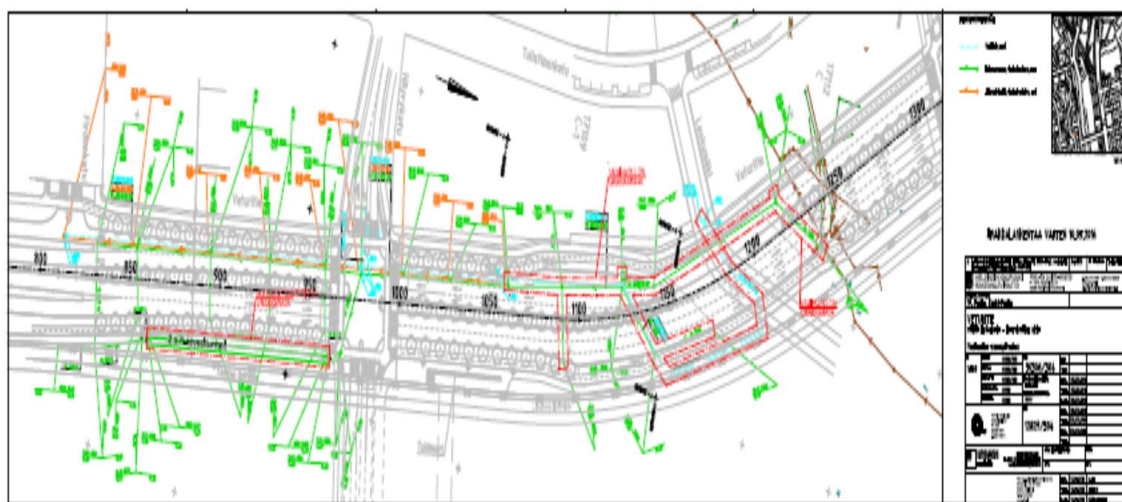
Urakan 1 suunnitelmat laadittiin mallintamalla.

Urakka 2

Syksyllä 2016 käynnistyi Veturitien rakentamiseen liittyvä vaihe 2, nimeltään urakka 2. Rakennusurakkaan kuului rakennettavan läntisen lisäraiteen ja Veturitien katualueen rajalle suuren korkeuseron vaatima korkea tukimuuri, Haarakallion silta, osa Veturitien vesihuoltolinjoista sekä rata-alueella olevan nykyisen alikulkukäytävän jatkaminen.

Koko Keski-Pasilan hulevesienhallintasuunnittelun yhteydessä nousi esiin ja tarpeelliseksi miettiä, kuinka alueen hulevesien viivyttäminen hoidetaan. Hulevesien viivytystarvetta oli enemmän kauppakeskuksen pohjoispuolella, koska maanpinta viettää pohjoisesta etelään päin ja tuleva kauppakeskus katkaisee luonnollisen virtaaman. Alueen suunniteltu tiivis maankäyttö sekä kalliopinta tuotti viivytysrakenteiden sijoittelun kanssa vähän haasteita. Viivytysrakenteet suunniteltiin uuden Haarakallion sillan eteläpuolelle lähelle tulevaa korkeaa tukimuuria ja osittain kallioalueelle. Urakka 2:seen sisällytettiin suunnitellun hulevesien viivytystunnelien rakentaminen. Viivytystunneleiden rakentamista varten jouduttiin rata-alueen läheisyydessä tekemään pienessä määrin kallion räjäytys- ja louhintatöitä.

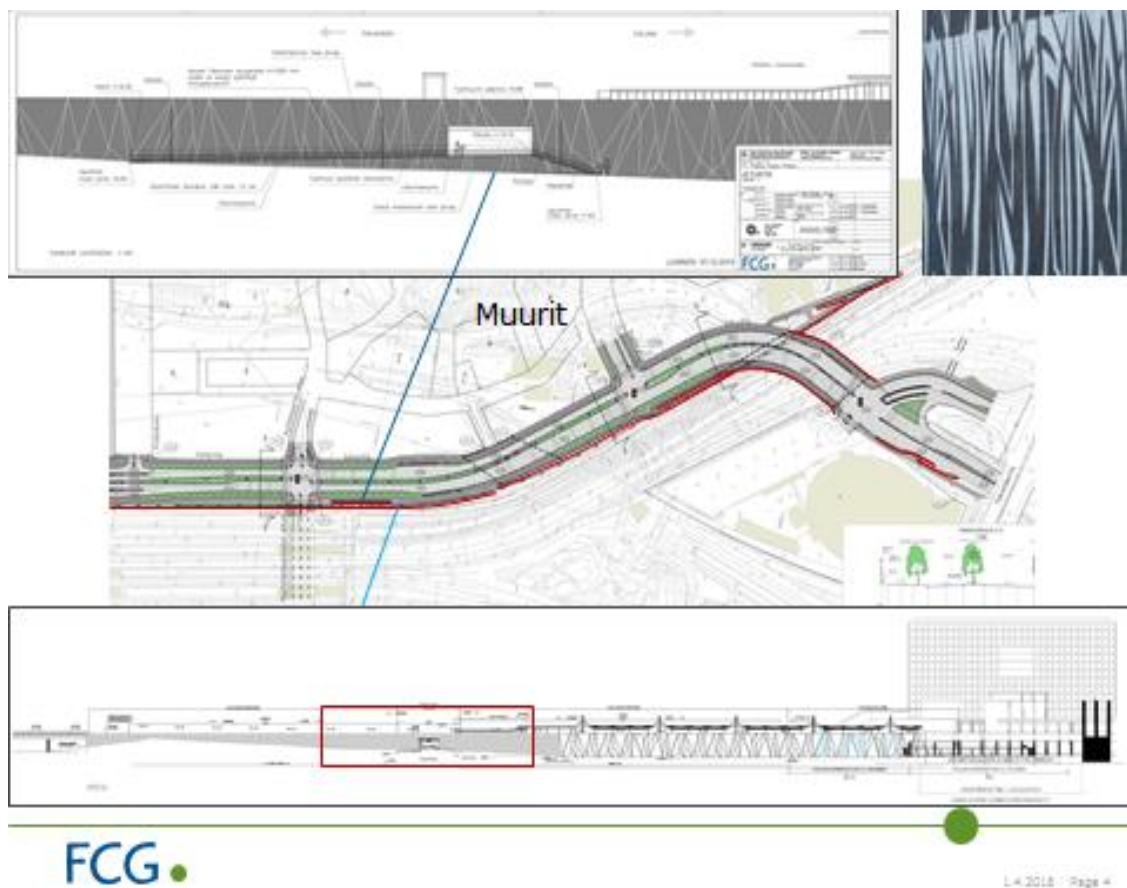
Kuvassa 17 on esitetty Urakka 2 suunnittelualue sekä viivytystunneleiden sijainti.



Kuva 17. Urakka 2 kuuluva Veturitien osa-alue.

Kuvassa 18 on esitetty läntisen lisäraiteen ja suuren korkeuseron takia Veturitien katualueen rajalla suunniteltu ja rakennettava tukimuuri. Tukimuuri alkaa kauppakeskuksen pohjoisreunalta jatkuen uuden Haarakallion sillan kohdalle. Tukimuurisuunnittelun haasteeksi nousi sen kaupunkikuvallisen ilmeen löytäminen.

Urakan 2 suunnitelmat laadittiin mallintamalla.



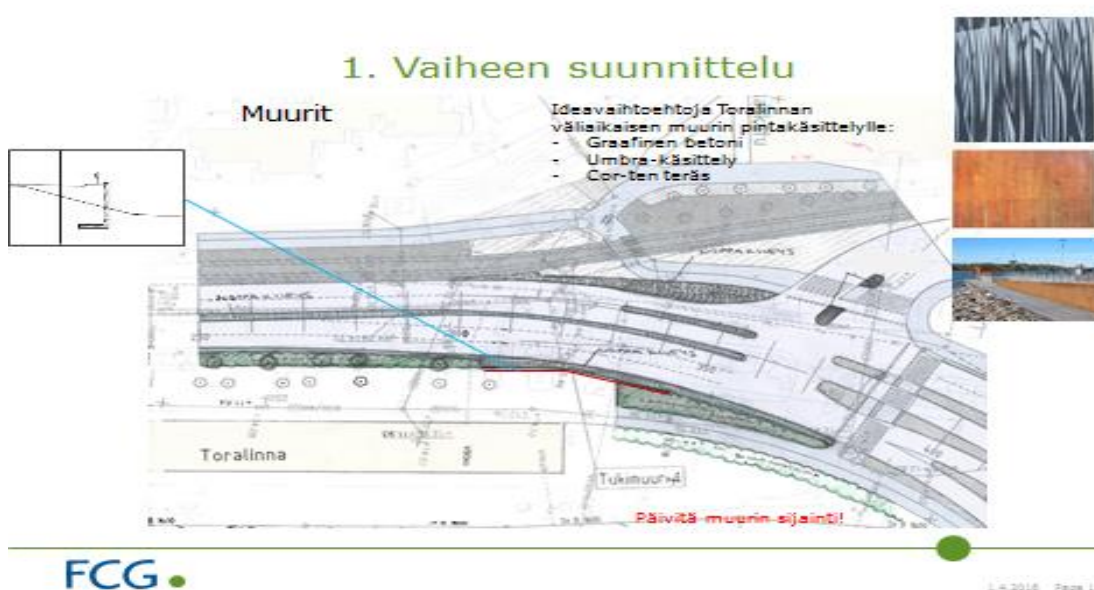
Kuva 18. *Urakka 2, korkea tukimuuri.*

Toteutusvaihe 1

Veturitien kolmas (3) suunnittelu- ja rakentamisvaihe on nimeltään ”Toteutusvaihe 1”. Tämän suunnitteluvaiheen suunnittelu- ja rakentamiskäytännöissä, niin katu-, pohjarakennus- kuin taitorakenteiden suunnittelussa varauduttiin siihen, että ns. pitkä betonitunneli rakennetaan vasta noin 20 vuoden kuluttua. Syynä tähän oli sen hetkinen Suomen ja Helsingin kaupungin talouden epävakaa tilanne.

Toteutusvaiheen suunnittelu käsitti Veturitien rakentamisen välillä Toralinna (museoitu rakennus) – kauppakeskus. Suunnittelutyön alussa päätettiin, ettei eteläistä, kaksitasoista kiertoliittymää rakenneta vaan että, Veturitien ja Pasilan kadun liittymä toteutetaan tasoliittymänä. Veturitie välillä Pasilan katu – kauppakeskus suunniteltiin ja rakennettiin siis ilman betonitunneli osuutta.

Kuvassa 19 on esitetty Pasilan kadun liittymäalueen suunnitelma.



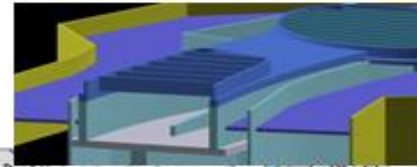
Kuva 19. Pasilan kadun liittymäalue.

Suurin osa Toteutusvaiheen aikana suunnitelluista ja rakennetuista katurakenteista, vesihuoltolinjoista, katuvalaistuksesta sekä katuympäristöön liittyvistä rakenteista tullaan purkamaan lopullisen tunnelin rakentamisen yhteydessä. Pysyviä rakenteita ovat kauppakeskuksen (Tripla) alitse kulkeva Veturitien osuus, pohjoinen kaksitasoinen kiertoliittymä ja sen yhteyteen suunnitellut tekniset tilat ja hulevesialtaat sekä pohjoiseen kiertoliittymään liittyvät Teollisuuskadun jatke ja Tornikuja niminen tonttikatu. Betonitunnelista toteutetaan vain noin 20 metrin pituinen osuus pohjoisen kiertoliittymän yhteyteen.

Haasteena tässä suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa oli tiiviin ponttiseinän kaupunkikuvallisen ilmeen löytäminen sekä ponttiseinän vesitiiveyden varmistaminen. Ponttiseinä tulee olemaan pysyvä rakenne, arviolta 20 vuotta ja siksi kaupunkikuvallisen ilmeen löytäminen oli tärkeää.

Kuvassa 20 on esitetty Veturitien osuus välillä Pasilankatu- pohjoinen kiertoliittymä ja kuvassa 21 Veturitien pituusleikkaus kyseiltä kohtaa.

1. Vaiheen suunnittelu

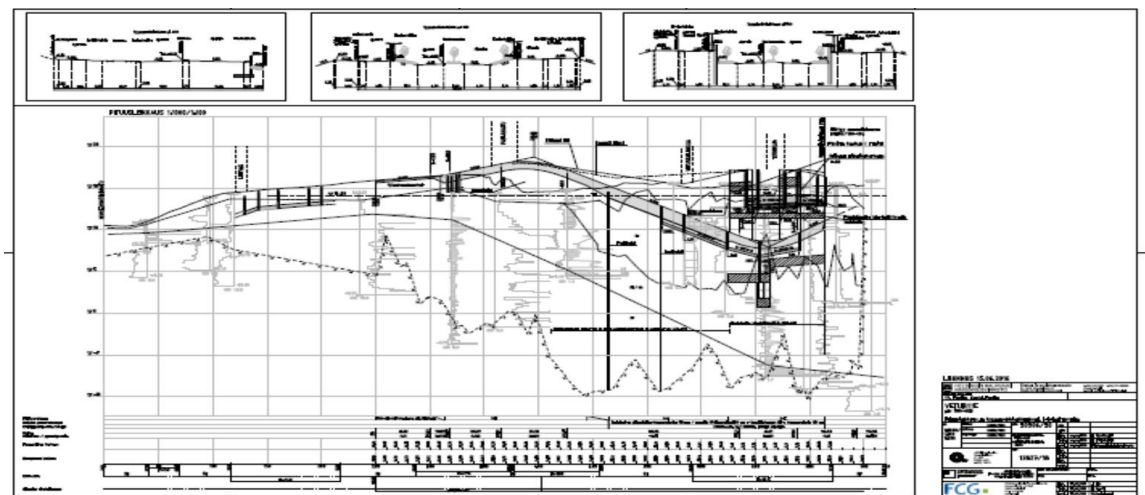


Tunnelirakenteen mahdollista lyhentää. Näin ponttiseinien edustalle voidaan istuttaa puita.

FCG

L4-2016 Page 13

Kuva 20. Veturitie välillä Pasilankatu-pohjoinen kiertoliittymä.



Kuva 21. Veturitien pituusleikkaus.

Toteutusvaihe 1 suunnittelu tehtiin mallintamalla. Kohteesta laadittiin suunnittelukokouksia varten useita havainnekuvia sekä esittelymalli. Havainnekuvien ja esittelymallin avulla etsittiin ratkaisua ponttiseinän kaupunkikuvalliseen ilmeeseen.

6. TIETOMALLINTAMINEN VETURITIE HANKKEESSA

Tämän osion alussa kerrotaan FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n tietomallinnuksen valmiudet ennen Veturitie-hanketta, esitetään Veturitie-hankkeen mallintamisen vaiheittain eteneminen kesään 2016 asti, selvitetään tietomallinnuksen siirtymisen tuomat mahdollisuudet, hyödyt ja haasteet yhtiön katu- ja aluesuunnittelutoimialalle sekä kuvataan kuinka tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen muuttaa katu- ja aluesuunnittelutoimialan nykyistä dokumenttipohjaiseen suunnitteluun perustuvaa suunnittelukäytäntöä.

6.1 Mallintamisen nykytila FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä oli ennen Veturitien suunnittelu- ja mallintamishanketta laadittu joitakin yksittäisiä suunnittelukokonaisuuksista irrotettuja mallinnushankkeita. Mallinnustehtävät sisälsivät lähinnä taitorakenteiden kuten tuki- ja rantamuurien mallintamista.

Yhtiön taitorakenteiden suunnittelijoilla on kohtalainen osaaminen ja käytännön kokemus tietomallintamisesta. Muilla infratoimialoilla, katu-, vesihuolto-, maisema- ja pohjarakennussuunnittelu, osaamista ja mallinnuskokemusta ei juurikaan ollut. Yhtiöltä ja toimialoilta puuttui yhteinen tietomallinnukseen liittyvä toimintaohjeistus, projektikohtaiset ohjeet sekä riittävä tietämys ja käytännön kokemus toimimisesta tietomallinnushankkeissa. Yleisten inframallivaatimuksien 2015 ja tärkeiden tilaajien mallinnusohjeistuksien sisällön tuntemus oli yhtiössä vaatimatonta eikä edellä mainittuja vaatimuksia ja ohjeita oltu päästy soveltamaan käytännössä. Tietomallintamiseen soveltuvia ohjelmia ja sovelluksia oli, mutta niiden käyttäminen ja hyödyntäminen suunnittelussa oli ollut vähäistä.

Siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnittelun ja ohjelmiston sujuvan käytön osaajaksi tulee koko FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n infratoimialojen henkilöstö perehdyttää ja kouluttaa yhtiön ylin johto mukaan lukien mallipohjaiseen suunnitteluun. Siihen suuntautuvaa sisäistä tai ulkoista koulutusta ei juurikaan ollut järjestetty.

6.2 Mallintamisen kulku Veturitie-hankkeessa

Veturitien- hankkeessa oli alkuperäisen tarjouspyynnön mukaan tarkoitus laatia mallintamalla vain kohteen tukimuurit, betonitunneli ja Haarakallion silta, eli taitorakenteet.

Tietomallinnuksen vahva tuleminen infra-alalle sekä tieto siitä, että tilaaja on vahvasti sitoutunut tietomallipohjaisen suunnittelun kehitystyöhön ja käyttöönottoon omassakin

toiminnassa sai meidät ehdottamaan myös kohteen muiden infraosa-alueiden ottamista mukaan mallintamisen toimeksiantoon. Ehdotuksen tavoitteena oli vakuuttaa tilaaja hyväksymään ajatuksen, että kokonaan mallintamalla tämä hanke tuottaisi heille hyötyä niin suunnittelu- kuin myös rakentamisvaiheessa koko hankkeen elinkaarta unohtamatta. Ehdotusta perusteltiin tilaajalle sillä, että tietomallipohjaisesti tehdyn suunnittelu vähentää ratkaisevasti suunnittelun- ja rakentamisenaikaisia virheitä, lisää oleellisesti molempien vaiheiden kustannustehokkuutta sekä helpottaa eri tekniikkalajien laatimien mallien yhteensopivuuden tarkistamista. Kohteeseen laadituista malleista on helppo laatia hankekokonaisuutta palvelevia erilaisia ohjelmallisia analyysejä sekä visualisoida suunnitteluratkaisuja päättäjille, asukkaille ja muille osapuolille erittäin näyttävällä tavalla ja totuuden mukaisesti.

Oppiaksemme tietomallintamista ja testatessamme osaamistamme päätimme laatia kyseisestä suunnittelukohteesta tekniseen yleissuunnitelmaan pohjautuvan esittelymallin ja videon. Esittelymalli ja video esiteltiin tilaajalle, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n johdolle, katu- ja aluesuunnittelun toimialalle, kevään 2015 aikana Pasilan asemalla ohikulkeville matkustajille sekä samana keväänä Tiedekeskus Heurekassa kuntapäättäjille.

Pasilan aseman esittelytapahtuman nimeksi valittiin Aikamatka. Aikamatkan tarkoituksena oli havainnollistaa ohi kulkeville ja asiasta kiinnostuneille matkajille millaiseksi uusi tulevaa Keski-Pasila näyttää verrattuna nykyhetkeen.

Kuvassa 22 on Pasilan asemalla pidetyn esittelymallin ständi.



Kuva 22. *Aikamatka-tempaus Pasilan asemalla.*

Keski-Pasilaan tuleva kauppakeskuksen (Tripla) rakentaminen tulee kestämään useita vuosia ja sen johdosta myös Veturitien ja osin myös ympäröivien kaava-alueiden toteuttaminen tulee kestämään useita vuosia. Pitkälti siis koko Keski-Pasila-alueen

toteutuminen on aikataulullisesti täysin sidoksissa kauppakeskuksen rakentumisen kanssa, niin myös Veturitien suunnittelu ja rakentaminen. Alueen muu suunnittelu ja rakentaminen joudutaan vaiheistamaan useaan eri vaiheeseen. Veturitien suunnittelu- ja rakennusvaiheina olivat kesään 2016 mennessä Urakka 1 ja 2 sekä Toteutusvaihe 1

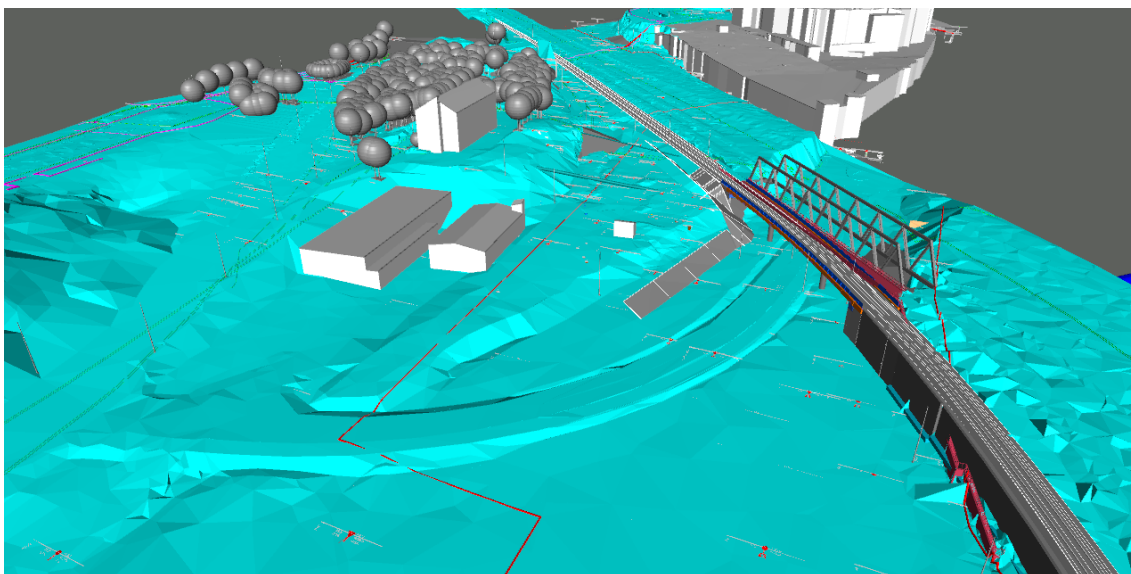
Veturitien tietomallintaminen aloitettiin laatimalla hankkeen tietomallisuunnitelma, päivittämällä yhtiön mallinnusta ohjaava sisäinen toimintaohjeistus sekä Veturitie-hanketta palveleva hankekohtainen mallinnusohje. Ohjeistuksen ja ohjeiden valmistumisen jälkeen Veturitie-hankkeeseen osallistuvalla suunnitteluryhmälle pidettiin hanketta ja mallintamista käsittelevä sisäinen aloituskokous. Kokouksessa käsiteltiin yhtiön ohjeistus, ohjeet, tilaajan esittämät mallinnusohjeet sekä -vaatimukset, suunnitteluvaiheet aikataulutettiin, määriteltiin laadunvalvontatoimenpiteet sekä suunnitteluryhmän jäsenten roolit, tehtävät sekä vastuut. Suunnitteluryhmän jäsenille jaettiin Veturitien hankekohtainen mallinnusohje.

Hankkeen lähtötietomallin laatimista varten hankittiin, käsiteltiin ja muutettiin digitaaliseen muotoon useista eri tietolähteistä saatua ja osittain jopa erittäinkin eritasoista tietoa.

Maastomittaustiedoista sekä osittain reuna-alueiden laserkeilausaineistosta laadittiin yhdistetty *maanpintamalli*. Malliin yhdistettiin erillisinä tietoina nykyisen puuston- ja kasvillisuuden tiedot sekä kaikki nykyiset alueelle jäävien rakenteiden tiedot. Edellä mainitut maastotiedot yhdistettiin yhdeksi malliksi, hankkeen *maastomalliksi*. Nykyisiä purettavaksi tai käytöstä poistettavaksi määrättyjä rakenteita ja johtoja ei mallinnettu.

Kohteen vanhojen ja uusien pohjatutkimustietojen sekä mitatun kalliopinnan analysoinnin pohjalta laadittiin kaikista eri maalajeista sekä kalliosta pintamallit. Alueen pohja- ja orsivesipintamallit saatiin lähtötietoina. Maalaji-, kallio- sekä pohja- ja orsivesipinnat yhdistettiin ja niistä muodostettiin alueen *maaperämalli*. Maanpinta-, ja kalliopintamallit laadittiin siten, että niitä voidaan tarvittaessa käyttää suunnittelussa yksittäisenä mallina tai tarkoituksenmukaisesti yhdistettynä. Hankkeen *lähtötietomalli* muodostettiin yhdistämällä maanpinta- ja maaperämalli.

Kuvassa 23 on esitetty otos hankkeeseen laaditusta lähtötietomallista Haarakallion sillan kohdalta.



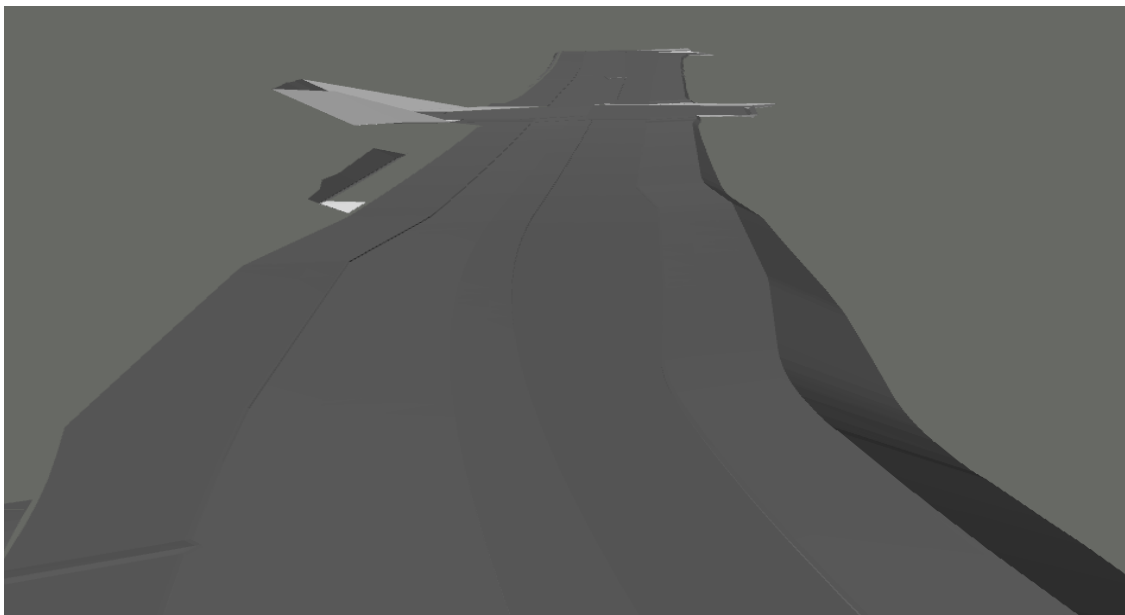
Kuva 23. *Veturitien lähtötietomalli.*

Usein lähtötiedot päivittyvät suunnittelun kuluessa ja sen takia onkin tärkeää huolehtia sen päivittämisestä heti. Mallinnuksen onnistumisen kannalta on tärkeää varmistaa, että koko suunnitteluryhmällä on tieto sovitusta mallinnuksen tarkkuustasosta, koordinaatti- ja korkeusjärjestelmästä sekä tiedostoformaattista. On hyvä muistaa, että nykytilaa kuvaavaa tietoa on yleensä paljon ja tiedon muokkaus ja dokumentointi vie paljon aikaa.

Lähtötietomalli on suunnittelun ja rakentamisen kannalta yksi tärkeimmistä, ellei tärkein malli. Sen takia malli tulee laatia huolellisesti ja sen laadunvalvonnasta huolehtia. Hankkeen tietomallikoordinaattori tarkasti lähtötietomallin ja laati sen pohjalta *tietomalliselostuksen*. Tietomalliselostus toimitettiin itselle luovutuksen jälkeen tilaajalle ja hankkeen *tietomallimanagerille*. Tilaajan ja tietomallimanagerin hyväksymisen jälkeen lähtötietomalli talletettiin hankkeen projektipankkiin.

Veturitien suunnittelun ja rakentamisen ensimmäisessä vaiheessa (Urakka 1) mallinnettiin Veturitielle suunnitellut vesi- ja hulevesiverkostot sekä kadun rakenteet, Pasilan kadun liittymäalueen paino/ylipenger sekä tilapäisen ajoyhteyden ylin pinta. Mallit laadittiin erillisinä malleina. Lähtötietomalli toimi suunnittelun pohjana.

Kuvassa 24 on esitetty Urakkaan 1 kuuluvan Veturitien jakavan kerroksen yläpintamalli.



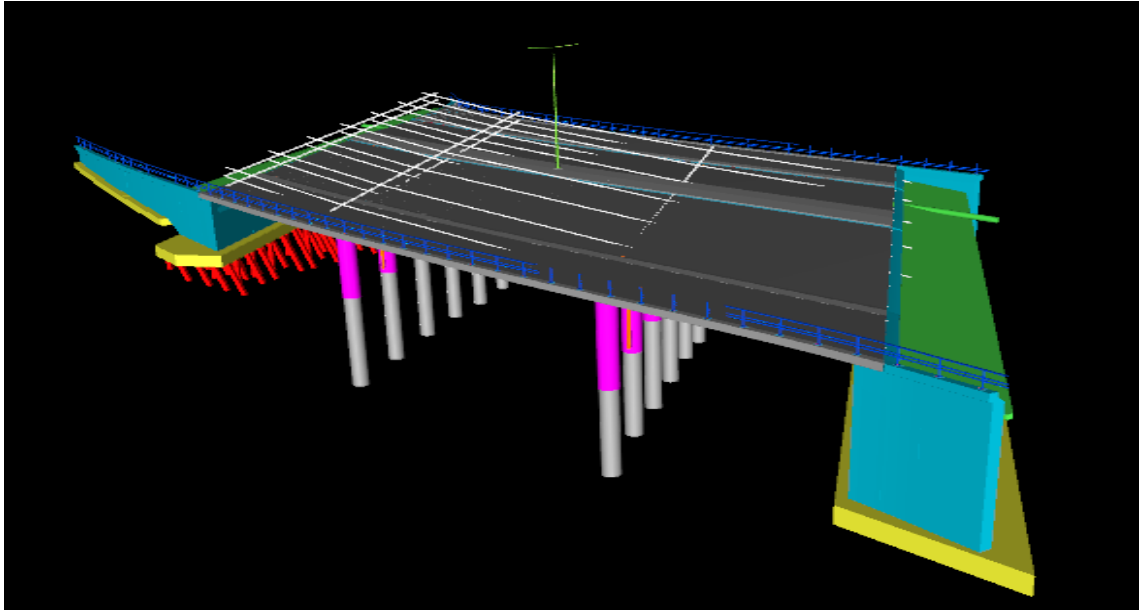
Kuva 24. *Veturitien jakavan kerroksen yläpintamalli (osa).*

Tilaaja, Rakennusviraston katu- ja puisto-osasto, halusi testata omaa ja urakoitsijoiden tietomallivalmiuksia järjestämällä urakkakyselyn pohjautuen kohteesta laadittuihin malleihin. Urakoitsijoille toimitettiin tarjouskirjeen lisäksi ainoastaan vain mallit urakkalaskentaa varten.

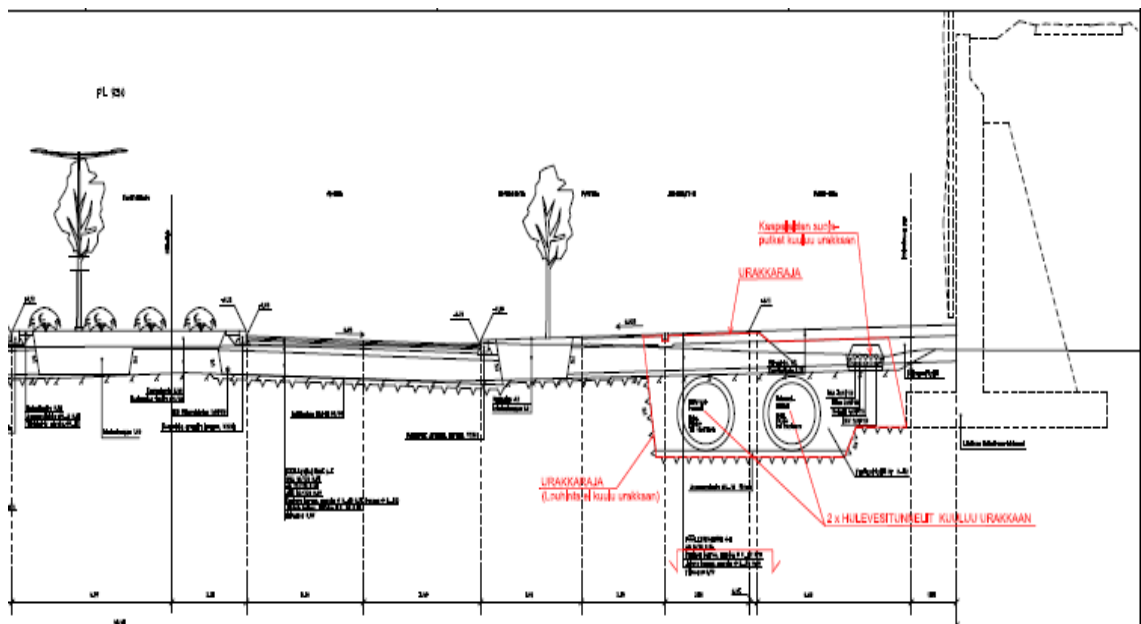
Toinen Veturitie-hankkeen suunnittelu- ja rakennusvaihe, nimeltään Urakka 2, käsitti Haarakallion sillan, sen tulopenkereen ja Veturitien katu- ja vesihuoltoverkostojen (osa) sekä Veturitien katualueelle hulevesien viivytystunnelien suunnittelun ja rakentamisen.

Edellisessä suunnitteluvaiheessa (Urakka 1) laadittujen mallien pohjalta jatkettiin mallintamista. Tässä vaiheessa mallinnettiin lisää Veturitien vesi- ja hulevesiverkostoja sekä katurakenteiden mallinnusta. Hulevesitunnelin, Haarakallion sillan ja sen tulopenkereen suunnittelua varten täydennettiin sillan kohdalla tehtyjen pohjatutkimusten perusteella alueen kalliopintamallia. Haarakallion silta ja osittain hulevesien viivytystunnelit perustettiin kalliolle. Yhteistyökumppanimme mallinsi Haarakallion sillan.

Kuvassa 25 on esitetty Haarakallion sillan rakennemalli katsottuna idästä länteen päin ja kuvassa 26 poikkileikkaus hulevesien viivytystunnelin kohdalta.



Kuva 25. Haarakallion sillan rakennemalli.



Kuva 26. Poikkileikkaus Veturitietä.

Tässä suunnitteluvaiheessa päivitettiin seuraavia malleja ja laadittiin Haarakallion sillan malli.

- Veturitien katurakenteiden ja vesihuoltoverkostojen mallit
- kallion pintamalli
- Haarakallion sillan rakennemalli

Tilaaaja suoritti myös tämän rakennusvaiheen (Urakka 2) urakkakyselyn pohjautuen laadittuihin malleihin.

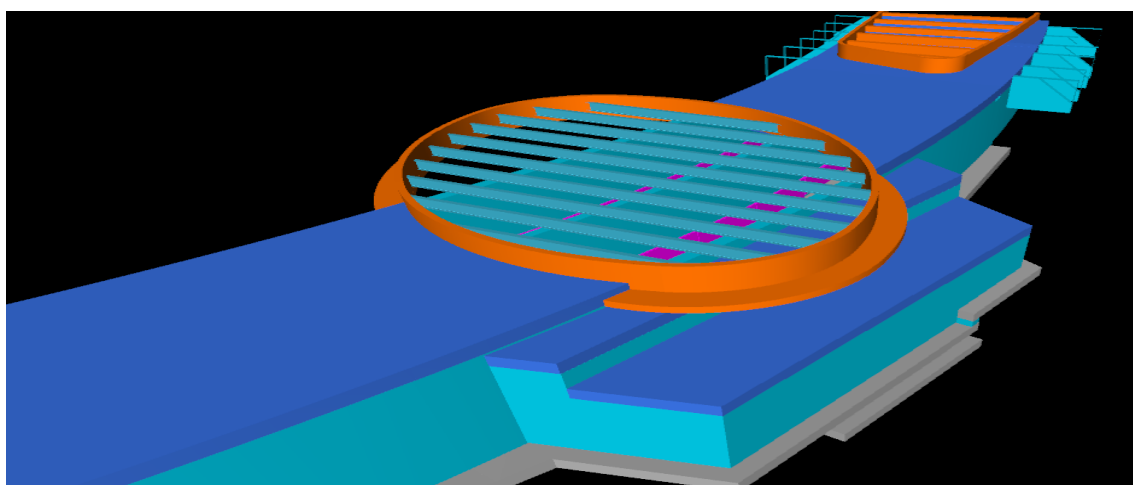
Kolmas tämän hankkeen suunnittelu- ja rakennusvaihe oli ns. Toteutusvaihe 1. Tähän vaiheeseen sisältyi Veturitien pohjoisen kaksitasoisen kiertoliittymän, betonitunnelin (osa), kiertoliittymän ja betonitunnelin alle tulevien hulevesialtaan ja teknisten tilojen sekä Tornikujan suunnittelu. Veturitielle, välille Pasilan katu - pohjoinen kiertoliittymä suunniteltiin ja rakennettiin betonitunnelin myöhemmää rakentamista varten pysyvä, vesitiivis ponttiseinä.

Tämän suunnittelu- ja rakennusvaiheen suunnitelmilla ja myöhemmin tapahtuvalla rakentamisella on tarkoitus mahdollistaa väliaikainen, mahdollisesti jopa 20 vuotta kestävä katuyhteys Pasilan kadun eteläpäästä tulevaan kauppakeskukseen. Yleis- ja katusuunnitelmissa esitettyä pitkää betonitunnelivaihtoehtoa ei rakenneta tässä vaiheessa.

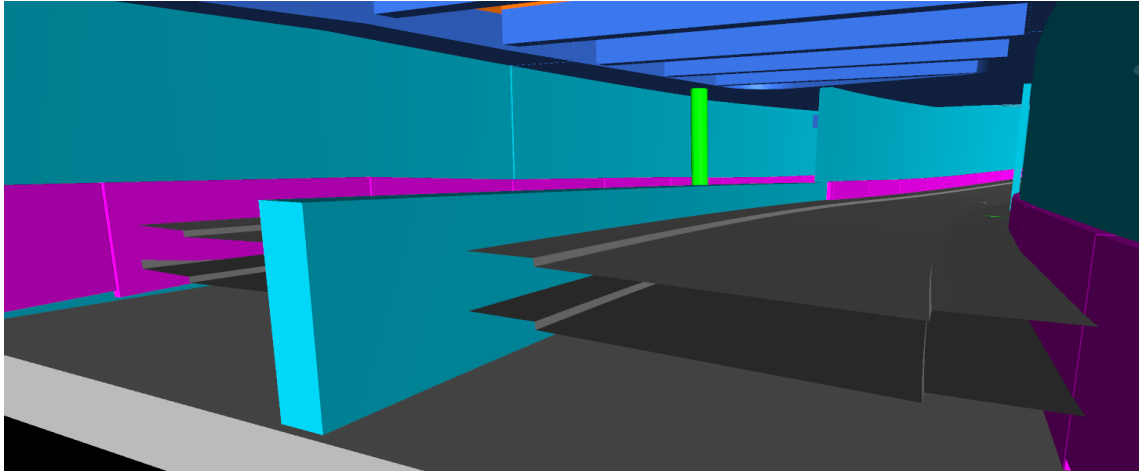
Suunnitteluvaiheen aikana laadittiin kohteesta useita havainnekuvia ja rakennemalli sekä esittelymalli ponttiseinän kohdalta. Suunnittelukokouksissa esiteltiin suunnitteluratkaisuja rakennemallin avulla. Ponttiseinän kaupunkikuvallisen ilmeen suunnittelua varten laadittiin havainnekuvia ja esittelymalli. Esittelymallin tarkoituksena on saada päättäjät ymmärtämään ja näkemään millaiseksi kohde todellisuudessa tulee. Esittelymallin laadinta mahdollistaa helposti erilaisten muotojen ja värien käytön, eli vaihtoehtojen laatimisen.

Suunnittelu ja mallintaminen tässä suunnitteluvaiheessa oli erittäin haastavaa, koska mallinnettavat kohteet ja maaperä olivat rakenteellisesti vaativia ja monimutkaisia sekä eri osa-alueiden mallintajia oli useita. Suunnitteluratkaisujen tekemistä ei helpottanut samanaikaisesti rakenteilla olevan kauppakeskuksen perusrakenteiden sijainti katualueella.

Kuvassa 27 on esitetty pohjoisen kiertoliittymän kohdan rakennemalli ylhäältä päin katsottuna ja kuvassa 28 kiertoliittymän alatasolta.



Kuva 27. Pohjoinen kiertoliittymän rakennemalli.



Kuva 28. *Veturitien tunneli pohjoisen kiertoliittymän kohdalta.*

Tässä suunnitteluvaiheessa tuotettiin seuraavat mallit:

- Veturitien katurakenteiden ja vesihuoltoverkoston mallit
- kiertoliittymän rakennemalli
- hulevesialtaiden ja teknisen tilan rakennemallit
- esittelymalli
- havainnekuvia

Tämän vaiheen suunnittelu- ja mallinnustyö on vielä tätä kirjoittaessa kesken. Arviolta urakkakysely tapahtuu kevään 2017 aikana.

7. TIETOMALLINTAMISEN TUOMAT MUUTOKSET KATU- JA ALUESUUNNITTELUTOIMIALALLE

Tietomallintaminen, kuten tiedetään, ottaa parhaillaan vauhdikkaita askelia infra-alalla. Julkisen puolen asiakkaista isoimpien kaupunkien organisaatiot ovat ottamassa tai ovat ottaneet mallintamisen mukaan toimintaansa ja ovat alkaneet vaatimaan suunnittelua tehtäväksi mallipohjaisesti. Myös infra-alan urakoitsijat ovat havainneet mallintamisen tuomat edut ja hyödyt toiminnassaan. He ovat hankkineet käyttöönsä uutta teknologiaa, kouluttaneet henkilöstöään ja alkaneet hyödyntämään malleja rakentamisessa. Varsinkin koneohjaukseen soveltuvien mallien käyttöä he ovat lisänneet suuresti. Ohjelmistotalot ovat olleet infra-alan tietomallipohjaisen suunnittelun kehityksessä mukana alusta lähtien ja he ovat yhteistyössä tilaajien ja suunnittelutoimistojen kanssa kehittäneet ja muokanneet mallinnusohjelmistojaan käyttäjäystävällisemmiksi.

Julkisen sektorin ja urakoitsijoiden siirtyessä tietomallipohjaiseen suunnitteluun tulee FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelutoimialan seurata infra-alan kehitystä ja ottaa tietomallipohjainen suunnittelu uudeksi toimintatavakseen. Toimialan siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun on perusteltavissa yksinkertaisesti sillä, että mallintaminen on tulossa koko infra-alalle ja se tulee olemaan alan toimintatapa tulevaisuudessa. Lisäperusteluna voi mainita, että julkisen puolen tahot ovat hyvin tärkeitä toimijoita ja tilaajia infra-alalla. He ovat nyt ja tulevaisuudessa hyvin tärkeitä yhteistyökumppaneita toimialalle ja heidän toiminnallaan on merkittävä vaikutus toimialan henkilöstön työkantaa sekä liikevaihtoon.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen tulee muuttamaan ratkaisevasti ja pysyvästi yhtiön talo- ja infratoimialojen ja etenkin katu- ja aluesuunnittelutoimialan nykyisiä suunnittelukäytäntöjä. Muutos ei koske yksistään siirtymistä dokumenttipohjaisesta suunnitteluprosessista mallipohjaiseen suunnitteluprosessiin, eli paperitulosteista tietokoneella tehtyihin suunnittelumalleihin, vaan muutos tulee näkymään vahvasti toiminta- ja ajattelutavan muutoksena. Tietomallinnushankkeiden organisaatioon tulee nimittää, niin tilaajan kuin suunnittelutoimistojen puolelle tietomallikoordinaattori sekä eri tekniikka-alojen tietomallivastaavat. Tietomallikoordinaattorin ja tietomallivastaavien tehtävät ovat uusia tehtäviä infra-alalla eikä alalla ole vielä riittävän hyvää kokemusta kyseisistä tehtävistä ja tehtävän sisällöstä.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen uskotaan koko infra-alla vähentävän merkittävästi suunnittelun ja rakentamisen aikaisten virheiden määrää sekä turhan työn määrää. Mallipohjaisella suunnittelulla tavoitteena on mahdollistaa tilaajan ja suunnittelijan näkemään mallinnuskohde 3D-mallina ja mallin avulla havainnoimaan mahdolliset virheet. Suunnitteluvirheitä voidaan vähentää ja välttää liittämällä malliin referenssitietoina muiden osa-alueiden malleja näkyviin ja näin tehdä mallien laaduntarkastusta sekä yhteensovittusta. Ratkaisevaa myös suunnittelutyön tuottavuuden

kannalta on se, että mahdollisten muutosten tekeminen on helpompaa ja vähemmän aikaa vievää. Korjaukset ja muutokset tehdään vain mallitiedostoon ja ne päivittyvät automattisesti suunnitelmiin. Koko infra-alan tuottavuutta tulee parantamaan kehittynyt teknologia ja mallinnusohjelmistot, nopeutunut tiedon siirtäminen, uudet tekniset laitteet sekä ajan myötä mallintamisen käytön oppiminen ja käyttöönoton lisääntyminen. Urakoitsijat ovat parantaneet toimintansa tuottavuutta ja työturvallisuutta pelkästään käyttämällä entistä enemmän rakentamisessa koneohjausmalleja. Koneohjausta varten laaditun mallin avulla kaivinkonekuskki näkee työkoneen sisällä istuessaan edessään olevasta näyttöruudusta kaiken tarvittavan tiedon, kaivannon linjan, kaivantoleveyden, olemassa olevat kaapelit, johdot sekä ja kaiken sen tiedon mitä mallissa on esitetty

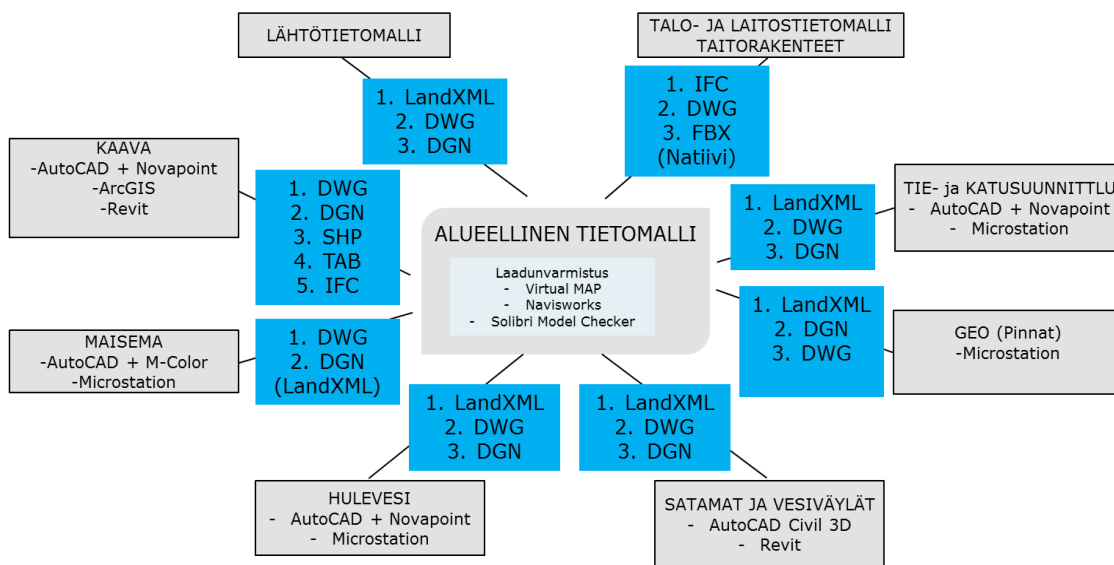
Mallintamalla tehty suunnittelu mahdollistaa suunnitteluratkaisujen esittämisen paljon havainnollisemmalla ja näyttävämmällä sekä kuvaavammalla tavalla. Suunnittelussa tavoiteltu lopputilanne on helpommin tilaajien ja muiden osallisten ymmärrettävissä 3-D mallien avulla. Mallit kuvaavat tulevan kohteen selvemmin ja tarkemmin sekä niistä selviää miltä kohde tulee oikeasti näyttämään ja kuinka ratkaisut vaikuttavat ympäröivään maastoon. Tulevaisuuden suunnittelukokouksissa suunnitteluratkaisuja esitellään vain ja ainoastaan tilaajalle suunnitelmamallien ja havainnekuvien avulla. Laadituista mallista voidaan luoda helposti esittelymalleja, havainnekuvia, animaatioita, tehdä simulaatioita, laskea hankkeen leikkaus- ja pengermassat sekä materiaalien määrät. Mallintamalla tehty suunnittelu nopeuttaa määrä- ja kustannusarvioiden laatimista sekä helpottaa tilaajan hyväksymis- ja päätöksentekoprosessia. Hyväksymis- ja päätöksentekoaprosessia varten laaditaan suunnitelmamallista esittelymalleja sekä havainnekuvia.

Siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun on hyvä aloittaa selvittämällä infratoimialojen mallintamisen nykytilanne. Selvityksen tulee sisältää alustava arvio nykyisen henkilöstön tietomallinnuksen osaamistasosta ja nykyisten käytössä olevien suunnitteluohjelmistojen soveltuvuudesta mallintamiseen sekä listauksen mahdollisesti tarvittavista laitehankinnoista. Selvitykseen voi sisältyä myös yhtiön johtoa varten näkemykset tietomallintamisen tuomista mahdollisuuksista, hyödyistä ja haasteista koko yhtiölle ja toimialoille. Selvityksen tavoitteena on saada yhtiön ylin johto ymmärtämään tuleva muutos, hyväksymään ja sitoutumaan tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymiseen ja siitä mahdollisesti aiheutuviin kustannuksiin.

Nykytilanteen selvitystyö on yhtiössä tarkoituksenmukaista suorittaa katu- ja aluesuunnittelun toimialan johdolla, koska toimialalla on eniten kokemusta ja osaamista mallintamisesta ja koska tietomallintamiseen siirtyminen tulee vaikuttamaan ensin kyseisen toimialan suunnittelukäytäntöihin ja toimintatapoihin. Selvitystyöhön koostuvassa ryhmässä tulee olla sellaisia henkilöitä, joilla on jonkin verran tietämystä, osaamista ja kokoemusta tietomallintamisesta. Mallintamisen jalkauttamista henkilöstölle sekä mallintamisen kehittämistä ajatellen ryhmään on hyvä valita tulevaisuuden osaajia, innokkaita ja lahjakkaita nuoria.

Ryhmän ydintehtävänä on perehtyä infra-alalle laadittuihin yleisiin tietomallinnusvaatimuksiin 2015 sekä kartoittaa niiden tuomien vaatimusten pohjalta yhtiön tämän hetkiset mahdollisuudet vastata niissä esitettyihin vaatimuksiin. Suunnitteluhenkilöstön mallinnusosaamisen kartoituksen sekä käytössä olevien suunnitteluohjelmistojen soveltuvuuden arvioinnin perusteella voidaan arvioida toimialojen valmiudet vastata tietomallintamisen asettamiin vaatimuksiin.

Kuvassa 29 on esitetty infratoimialojen käytössä olevat ohjelmistot.



Kuva 29. *Infratoimialojen käytössä olevat ohjelmistot.*

Infratoimialoilla on käytössä useita mallintamiseen soveltuvia suunnitteluohjelmistoja. Ratkaistavaksi jää vain, onko vain yhteen mallinnusohjelmaan siirtyminen mahdollista ja kannattavaa. Mallintamiseen soveltuvat ohjelmistot kehittyvät, monipuolistuvat sekä muuttuvat käyttäjäystävällisemmiksi kovaa vauhtia ja sen takia selvitysryhmässä tulee olla ohjelmistoasioista hyvin perillä oleva henkilö.

Tietomallistrategia tulee luoda palvelemaan koko yhtiötä niin talo- kuin infrasektorin toimialoja. Strategian laatimisen yhteydessä on syytä pohtia mitä yhteisiä mahdollisuuksia, haasteita sekä uusia palveluita tietomallinnukseen siirtyminen toisi mukanaan molemmille sektoreille. Samassa yhteydessä on tarkoituksenmukaista miettiä, kuinka siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun saattaa vaikuttaa nykyisiin henkilökohtaisiin tehtäväkuvauksiin sekä sektoreiden ja toimialojen organisaatioon. Ja olisiko hyödyllistä siirtyä nykyisestä niin sanotusta aluemallista asiakas- ja palvelukohtaiseen organisaatiomalliin. Tämä muutos antaisi mahdollisuuden ryhmittää sektoreiden ja toimialojen suunnitteluhenkilöstö palvelemaan asiakaskeskeisesti ei aluekeskeisesti. Strategiaa ja mahdollisia uusia palveluita sekä niiden tulevaa markkinointia ja myyntiä mietittäessä nousee esille kysymykset, mitä, miten ja kenelle

markkinoit ja myyt ja onko tarkoituksenmukaista ja jopa taloudellisesti myös kannattavaa ohjata markkinointi ja myynti koulutetuille ja osaaville myyntihenkilöille.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen tulee vaiheistaa ja aikatauluttaa. Muutos, on se millainen tahansa, herättää organisaation sisällä aina kysymyksiä ja myös jonkin verran pelkoja uutta asiaa kohtaan. Siirtymiselle on hyvä varata aikaa noin vuosi tiedostaen, että aikaa muutokselle antamalla annetaan myös aikaa valmistumiselle henkisesti uuden tulemiseen. Siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun voisi toteuttaa esimerkiksi seuraavan vaiheistuksen mukaisesti:

- Mallintamisen nykytilanteen arviointi
- Tietomallistrategian laatiminen
- Strategian esittely johdolle ja henkilöstölle
- Tietomalliohjeistuksen laatiminen
- Toteutukseen siirtyminen
 - o perehdyttämisvaihe
 - o ulkoinen ja sisäinen koulutus
 - o toiminnan seuranta ja analysointi
- Strategian päivittäminen vuodelle 2019

Laadittu tietomallistrategia sekä yleiset tietomallivaatimukset 2015 yleisellä tasolla esitellään yhtiön johdolle sekä talo- ja infrasektoreiden suunnitteluhenkilöstölle. Tavoitteena on saada yhtiön johto hyväksymään tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen strategia sekä suunnitteluhenkilöstö sisäistämään tietomallipohjaiseen suunnitteluun liittyvän ajatus- ja toimintatavan muuttamisen.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä aloitettiin laatimaan tietomallipohjaisen suunnittelutoimintaan liittyvää ohjeistusta vuonna 2016. Ohjeistus koostuu yleisestä osiosta sekä toimialakohtaisista mallinnusohjeista. Yleiseen osaan kuuluvat yhtiön projektitoimintaohje (PROTO) [4], Yleiset inframallivaatimukset 2015 sekä yhtiön yleinen tietomalliprojektin ohje [5]. Talo- ja infrasektoreille laaditaan erilliset toimialakohtaiset tietomalliohjeet.

Projektitoimintaohjetta tulee päivittää vastaamaan paremmin tietomallintamalla tapahtuvaa suunnittelua. Projektin aloitusvaiheeseen liittyviä päivitettäviä kohteita ovat tietomallinnushankkeen referenssikuvauksen lisäys sekä avainsanojen laajempi käyttäminen. Edellä mainitut päivitykset auttaisivat tarjousvaiheessa helposti löytämään yhtiössä sekä toimialalla mallintamalla tehdyt hankkeet. Avainsanoina voisi käyttää,

8. AIKATAULUTETTU TOIMIALAN KOULUTUS - OHJELMA

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen tarkoittaa lähitulevaisuudessa koko infra-alan suunnitteluhenkilöstön lisäkouluttamista. Lisäkoulutustarve on alalla suuri.

Nykyään entistä enemmän infra-alan julkisen puolen tilaajien suunnittelutarjouspyynnöissä ja etenkin urakoitsijoiden toiveissa ja vaatimuksissa on tullut esille vaatimus laatia suunnitelmat tietomallipohjaisesti. Toivottavaa ja suotavaa olisi, että tietomallintamisen tuomiin haasteisiin suhtauduttaisiin koko infra-alalla positiivisesti ja siirtyminen mallintamiseen tapahtuisi johdonmukaisesti, hyvässä yhteistyössä ja mahdollisimman pienin lisäkustannuksin. Koulutus on kaikille osallisille hyvin kallista ja aikaa vievää. Sen vuoksi olisi koko alle hyödyllistä ja kannattavaa, jos oppiminen voisi osittain tapahtua yhteisten pilottihankkeiden avulla. Pilottihankkeiden kautta molemmat osapuolet sekä ohjelmistokehittäjä oppisivat käytännön kautta mallintamisen ja koko ala hyötyisi tiedonjakamisen sekä kokemusten kautta tästä.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä kuten muissakin kilpailevissa suunnittelutoimistoissa, tilaajaorganisaatioissa ja urakoitsijoiden keskuudessa tietomallintaminen on vasta ottamassa ensiaskeleita kohti mallipohjaista suunnittelua. Pystyäkseen vastaamaan infra-alan uuteen ja vaativaan haasteeseen tulee toimialan panostaa vahvasti henkilöstönsä tietomallikoulutukseen. Tietomallikoulutus tulee suunnitella huolella ja koulutustapahtumat on aikataulutettava sekä pyrittävä järjestämään kustannustehokkaasti. Yhtiön johdon hyväksymän tietomallistrategian mukisesti talo- ja infrasektorin suunnitteluhenkilöstölle tulee järjestää vaiheistettu ja aikatauluettu perehdyttämis- ja koulutusohjelma.

Tehdyn nykytilaselvityksen mukaan FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelu toimiala ei pysty vastamaan kaikilta osin tietomallintamisen tuomiin teknisen suorituksen haasteisiin tarpeeksi kattavasti. Toimialan johdon ja projektipäälliköiden sekä suunnittelijoiden tietomallintamisen riittämätön tietämys ja osaaminen mallinnusvaatimuksista edellyttää koko toimialan henkilöstön perehdyttämistä ja koulutusta tietomallipohjaiseen suunnitteluun.

Katu- ja aluesuunnittelun toimialalla on suunnitteluhenkilöstöä 30 kpl. He ovat sijoittuneet usealle eri paikkakunnalla ympäri Suomea. Heidän mallinnusosaaminen on tietotaidollisesti hyvin vaihtelevaa ja sen vuoksi perehdyttämis- ja/tai koulutustilaisuuden järjestäminen koko henkilöstölle samanaikaisesti ei ole kannatettavaa eikä myöskään tehokasta. Toimialan perehdyttämis- ja koulutustilaisuus olisi hyödyllistä toteuttaa aluetoimistoittain ja jakamalla se kahteen tai useampaan erilliseen osaan. Ensin sisäinen perehdyttämiskoulutus aluetoimipaikoittain ja sen jälkeen ulkoinen ja sisäinen tietomallikoulutus.

Perehdyttämiskoulutuksen tavoitteena ja tarkoituksena on kertoa perustiedot mallintamisesta, eli saattaa koulutettavat tietoiseksi siitä, mitä tietomallipohjainen suunnittelu on ja mitä vaatimuksia tietomallintaminen tuo heidän osaamiselle sekä miten mallintaminen tulee muuttamaan heidän nykyistä suunnittelukäytäntöä.

Toimialan johto ja suurin osa toimialan projektipäälliköistä sekä osa suunnittelijoista perehdyttäisiin tietomallintamiseen ensin. Tavoitteena on, että kyseiset henkilöt käytyään perehdyttämistilaisuuden ymmärtäisivät ja hallitsisivat riittävän hyvin tietomallintamiseen liittyvät suunnitteluprosessin vaatimukset sekä toimintatavan ja voisivat sen jälkeen toimia perehdyttäjinä muille suunnittelijoille. Heidän perehdyttämiskoulutuksensa järjestäminen videoneuvotteluna voisi olla yksi kustannustehokas vaihtoehto.

Perehdyttämistilaisuudet on tarkoituksenmukaista aloittaa Helsingin aluetoimistosta, koska pääkaupunkiseudun julkisen puolen tilaajat sekä urakoitsijat ovat siirtymässä tai ovat jo osittain siirtyneet tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja mallien käyttöön rakentamisessa. Jyväskylän aluetoimisto tulee perehdyttää seuraavana, koska osa aluetoimiston suunnittelijoista osallistuu jo nykyään pääkaupunkiseudun suunnitteluhankkeisiin ja lisäksi heillä on jo jonkin verran käytännön kokemusta mallintamisesta. Jyväskylän kaupunki on myös aktiivisesti siirtymässä mallipohjaiseen suunnitteluun. Tampereen, Turun, Kuopion ja Oulun sekä Joensuun, Vaasan ja Rovaniemen aluetoimistojen suunnitteluhenkilöstölle voisi järjestää kaksi erillistä perehdyttämistilaisuutta. Kuitenkin niin, että Tampereen, Turun, Oulun ja Kuopion suunnittelijat perehdytettäisiin ensin. Kyseiset kaupungit ovat siirtymässä osittain ja lähiaikoina tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Vaasan, Joensuun ja Rovaniemen kaupunkien siirtymisen aikataulua tietomallipohjaiseen suunnitteluun ei tiedetä, joten kyseisten aluetoimipaikkojen suunnittelijoiden perehdyttämiskoulutuksella ei ole kiirettä.

Perehdyttämistilaisuuden aikataulullisena tavoitteena tulisi olla, että kaikki katu- ja aluesuunnittelutoimialan suunnitteluhenkilöstö olisi käynyt perehdyttämistilaisuuden ennen ulkoisen ja sisäisen koulutuksen aloittamista. Perehdyttämistilaisuuden tulee sisällyttää myös yhtiön tietomalliohjeiden ja yleisten tietomallivaatimusten 2015 läpikäynti.

Henkilöstön ulkoinen ja sisäinen tietomallikoulutus tarkoittaa pääasiassa mallinnusohjelmien käytön opettamista. Koulutus on tarkoituksenmukaista järjestää osaksi ulkoisena ja osaksi sisäisenä koulutuksena. Ulkoinen koulutus on kallista ja sen takia olisi järkevää, että siihen osallistuisi toimialalta vain sellaiset projektipäälliköt ja suunnittelijat, jotka ovat osallistuneet perehdyttämistilaisuuteen ja joilla on jo jonkin verran kokemusta ja osaamista tietomallintamisesta sekä ennen kaikkea tulevat käyttämään mallinnusohjelmia tulevaisuudessa.

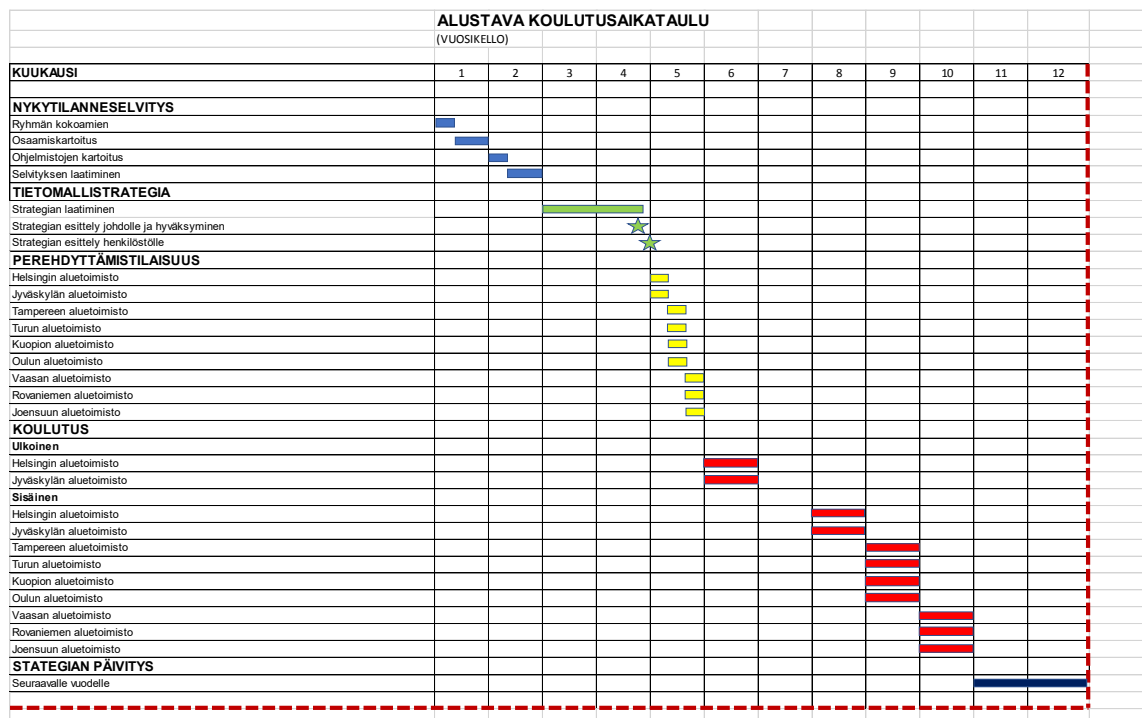
Ulkoinen koulutus tarkoittaa ohjelmistotalojen pitämää koulutusta. Ulkoisen mallinnuskoulutuksen tavoitteeksi tulee asettaa tietomallintamisen, mallinnusohjelmistojen tietämyksen ja käytön osaamisen syventäminen sille tasolle, että toimiala pystyy vastaamaan alan tietomallinnusvaatimuksiin ja osallistujat voivat toimia koulutuksen jälkeen muiden toimialan suunnittelijoiden tietomallintamisen tukihenkilöinä sekä sisäisinä kouluttajina.

Sisäisen tietomallikoulutuksen tavoite on sama kuin ulkoisenkin koulutuksen. Tietomallikoulutukset, niin ulkoinen kuin sisäinenkin tulisi pyrkiä järjestämään niin, että oppiminen ja harjoittelu tapahtuisivat meneillään olevan suunnitteluhankkeen tai mallintamalla tehtävän pilottihankkeen yhteydessä. Ensiarvoisen tärkeää on huolehtia siitä, että koulutettavat pääsevät lähiaikoina testaamaan opittuja taitojaan ja osaamistaan tietomallihankkeessa.

Ulkoinen ja sisäinen tietomallikoulutus olisi hyödyllistä järjestää niin, että kaikki osallistujat olisivat samassa tilassa, ei esimerkiksi videoneuvotteluna. Koulutusryhmiin olisi suotavaa valita mallinnustaidoiltaan lähestulkoon samalla taitotasolla olevat oppilaat. Koulutuksen sisältöön voisi kuulua jakso, jossa kerrottaisiin tietomallikoordinaattorin rooli ja hänen tehtävät suunnitteluhankkeessa.

Ulkoisen ja sisäisen tietomallikoulutuksen vaiheistus ja aikataulutus voisi noudattaa samaa periaatetta kuin perehdyttämistilaisuuksien järjestäminen.

Kuvassa 31 on esitetty toimialan vaiheistettu ja aikataulutettu koulutussuunnitelma.



Kuva 31. Vaiheistettu ja aikataulutettu koulutussuunnitelma.

9. YHTEENVETO

Tämän diplomityön tavoitteena oli luoda lukijalle näkymä infra-alan tulevaisuudesta, perustella FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n johdolle sekä katu- ja aluesuunnittelutoimialan vastuuhenkilöille tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen välttämättömyys ja kuvata sen tuomia mahdollisuuksia sekä laatia katu- ja aluesuunnittelutoimialalle vuosikellotyyppinen vaiheistettu ja aikataulutettu koulutussuunnitelma.

Tämän diplomityön aikana oli miellyttävä todeta, kuinka tietomallipohjainen suunnittelu on tulossa ryminällä ja pysyvästi infra-alalle. Oli mukava huomata myös kaikkien tietomallintamiseen kehittämiseen osallistuvien osapuolten olevan innostuneesti, avoimesti ja hyvällä ammattimaisella asenteella mukana yleisten mallivaatimusten sekä tilaajakohtaisten ohjeistuksien päivittämisessä ja laatimisessa sekä tiedon ja opin jalkauttamisessa koko infra-alalle. Ohjelmistotaloilla on hyvin tärkeä rooli tietomallinnuksen jalkauttamisessa ja käyttöönotossa. Näin suunnittelijan näkökulmasta katsottuna heidän panoksensa tässä kehitystyössä oli merkittävä ja alaa eteenpäin vievä.

Yleiset inframallivaatimukset 2015 sekä tämän diplomityön aikaiset tilaajakohtaiset ohjeet antoivat hyvät lähtökohdat tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymiselle. Vaatimuksista ja ohjeista sai riittävät perustiedot, käsityksen mitä tietomallintaminen on, miten suunnittelu etenee ja mitä mallinnukselta vaaditaan. Vuodesta 2014 lähtien mallintamisesta ja sen tulemisesta alettiin puhumaan enemmän ja samana vuona laadittiin yleiset inframallivaatimukset 2014. Aikataululliset tavoitteet muutokselle olivat liian kunniahimoiset ja mallipohjaiseen suunnitteluun siirtyminen ei onnistunut halutulla tavalla. Syitä asiaan oli monia, mielestäni ehkä suurimpia esteitä siirtymiselle olivat, että alalla vallitseva epätietoisuus miten kaikki tulee muuttumaan, mitä muutos tulee maksamaan, kuinka hinnoitella mallintaminen tarjouksissa ja kuinka kilpailijat hinnoittelevat mallintamisen muutenkin tiukassa kilpailutilanteessa.

Muutos, on se pieni tai suuri niin se vie oman aikansa. Oikeastaan vuoden 2015 jälkeen päivitettyjen yleisten inframallivaatimusten 2015 johdosta alalla käsitys ja ymmärrys tietomallintamisen suhteen parani. Olen huolissani tänäkin päivänä siitä, että jo tietomallinnuksen alkutaipaleella esille nousut tietämättömyys tilaajien ja muiden osapuolten keskuudessa siitä, ettei vielä kukaan oikein ymmärretä mitä mallinnus sanana oikein tarkoittaa. Tarjouspyynnöissä yleisesti esiintyvä pyyntö ”suunnitelmat laaditaan mallintamalla”, on liian yleispiirteisesti ilmaistu tarve saada suunnitelmat tehtynä mallintamalla. Lauseen käyttö tarjouspyynnöissä aiheutti alussa ja aiheuttaa nykyäänkin turhaa sekaannusta ja väärinymmärrystä kaikkien osapuolten välillä. Eikö me vielä kukaan oikein osata pyytää tarkasti mitä halutaan, onko se ymmärtämättömyyttä vaiko vain laiskuutta. Näkisin erittäin tärkeäksi koko infra-alaa ajatellen, että me opittaisiin lähitulevaisuudessa pyytämään, vaatimaan ja rajaamaan tarjouspyynnöissä tarkasti mitä

halutaan tehtäväksi mallintamalla ja minkä ohjeen vaatimusten mukaisena eikä vedottaisi vain yleisiin tietomallivaatimuksiin. Näkisin myös tärkeäksi, että edellä mainittua asiaa voisi ainakin yleisissä inframallivaatimuksissa 2015 osiossa 4 ”Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa” mainita.

Mielestäni meidän kakkien infra-alalla olevien on jatkettava mallintamisen kehitystyötä hyvässä ja avoimessa ilmapiirissä sekä yhteistyöllä eteenpäin. Meidän tulee myös ottaa rohkeasti kantaa alalle laadittuihin yleisiin inframallivaatimuksiin sekä tilaajien omiin mallinnusohjeisiin. Onkin yleisten vaatimusten ja tilaajakohtaisten ohjeiden päivittämisen kannalta hyvin tärkeää, että me kaikki jaamme kokemusten ja käytännön oppien pohjalta tietoa eteenpäin. Esimerkiksi jakamalla tietoa ja kokemuksia ohjelmistotaloille, meillä on mahdollisuus vaikuttaa suunnitteluohjelmistojen kehittymiselle käyttäjäystävällisempään suuntaan, näin voimme helpottaa omaa mallinnustyötämme.

Ilman tietomallinnuksen liittyvien yleisten mallivaatimusten tekemiseen osallistuvien tekijöiden ja muiden osallisten suurta panosta ei tietomallinnus olisi koskaan syrjäyttänyt nykyistä dokumenttipohjaista suunnittelua enkä minäkään olisi innostunut ja edes tietäisi mallintamisen hyödyistä mitään. Olen erittäin iloinen ja kiitollinen heidän panoksestaan alan kehittämisen eteen tehdystä työstä.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelutoimiala ja minä itse pääsin projektipäällikön roolissa osallistumaan Helsingin kaupungin Rakennusviraston katu- ja puisto-osaston tilaamaan Veturitie-hankkeeseen. Hanke tehtiin mallintamalla ja se antoi minulle mahdollisuuden tutustua ja perehtyä opetteluun ja kokemusten kautta yleisiin inframallivaatimuksiin sekä tilaajan hankekohtaiseen mallinnusohjeeseen. Veturitie-hanke oli yhtiölle ensimmäinen monialainen mallintamalla tehty suunnitteluhanke. Lähtökohdat hankkeen mallintamiselle oli yhtiössä haastavat. Koko suunnitteluryhmäni ja oma osaamiseni ja tietämykseni joutui kovan ja vaativan haasteen eteen. Onneksi olimme innostuneita mallintamisen tuomasta uudesta tavasta suunnitella ja varauduimme tulevaan haasteeseen ennakolta laatimalla malleja pienemmistä samantapaisista kohteista. Kyllä lause ”työ tekijäänsä opettaa” piti paikkansa. Toki tarvitsimme silloin tällöin apua ohjelmiston toimittajilta. Kokeilun ja erehdysten kautta saimme kohteen kunniakkaasti mallinnettua. Mallintamalla laaditun Veturitie- hankkeen avulla opin mm. mallipohjaisen suunnitteluprosessin vaiheet, mallien laatimisen, mallien laadunvalvonnan ja yhteensovituksen tärkeyden. Tietämykseni mallintamisesta ja suunnitteluohjelmistojen soveltuvuudesta mallintamiseen sekä mallinnuksen tuomien uusien mahdollisuuksien ymmärtäminen kehittyi.

Mallintamisen tuomat mahdollisuudet innostivat minua kehittämään toimialalle uusia palveluita ja uudistamaan toimintatapoja. Kaavoitusta ja päätöksentekoa varten otimme käyttöön uusia ohjelmistoja, joilla voitiin paremmin laatia esittelymalleja sekä visualisoida ja havainnollistaa paremmin suunnitteluratkaisuja ja suunnitelmia. Alati

kehittyvän teknologian ansiosta työmailla on käytössä huipputeknologiaa, mm. lasermittauskalustoa, videolaitteita ja droneja. Työmailla olisi näin inframallintamisen alkumetreillä tarvetta koulutukselle mm. mallien käyttöön, niiden luomiseen, hallintaan sekä ylläpitämiseen. Uusi palvelu voisi kohdistua myös työmaan aikataulu- ja tiedonhallintaan.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymien oli uusi asia ja suuri muutos infra-alalla ja siihen siirtyminen vaati ja tulee vaatimaan vielä lisäkoulutusta kaikissa infra-alan osapuolten keskuudessa. Siirtyminen vaatii mahdollisesti myös kalliita laitehankintoja. Ymmärrettävää oli, ettei kaikissa Suomen pienissä kaupungeissa ja kunnissa ollut taloudellisesti mahdollisuutta eikä ehkä ole tarkoituksenmukaistakaan siirtyä mallipohjaiseen suunnitteluun ensimmäisten joukossa. Siirtyminen mallipohjaiseen suunnitteluun tulee olemaan heillekin väistämätöntä. Tapa ja toimenpiteet sekä millaisella aikataululla he siirtymisen toteuttavat tulee ratkaistavaksi lähivuosien aikana. Vaiheittainen henkilöstön koulutus tai osittainen tehtävien ulkoistaminen voisi tulla kysymykseen.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n katu- ja aluesuunnittelutoimialan henkilöstön tietomallinnuksen tietämys ja osaaminen oli vaatimatonta ja koulutuksen tarve oli ilmeinen. Yhtiössä ei ollut tietomallistrategiaa eikä mallinnusta ohjaavaa ohjeistusta. Strategian ja ohjeistuksen sekä aikataulutetun koulutusohjelman ansiosta yhtiöllä ja toimialalla olisi mahdollisuus hallita tietomallintamisen vaatimukset.

Tämän työn tavoitteena oli laatia katu- ja aluesuunnittelutoimialalle aikatauluettu koulutusohjelma. Laadittu koulutusohjelma on mielestäni aikataulullisesti ja vaiheistuksen suhteen realistinen ja kustannustehokas. Perehdyttämis- ja koulutustilaisuudet oli järkevää jakaa sen hetkeen tarpeiden ja osaamistason mukaisesti.

Tietomallintamisen tulemisesta infra-alalle hyötyvät niin tilaajat, urakoitsijat ja konsulttitoimistot kuin koko infra-ala. Suurin hyötyjä on yhteiskunta.

LÄHTEET

- [1] Yleiset inframallivaatimukset 2015 (YIV 2015). Saatavissa <http://www.infrabim.fi/yiv2015>
- [2] Helsingin kaupungin kadunsuunnittelu inframalliohje. Saatavissa <http://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/>
- [3] Helsingin kaupungin rakennusviraston (HKR) siltojen ja taitorakenteiden tietomallinnusohje. Saatavissa <http://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/>
- [4] FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n projektitoiminnanohje (PROTO)
- [5] FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n tietomalliprojektin ohjeistus